I. ENACHE

T. IVĂNCEANU

V. BUZILĂ

GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ

ȘI DESEN TEHNIC

PROBLEME ȘI APLICAȚII

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI – 1982

Scanned with OKEN Scanner

Conf. ing. ION ENACHE

Şef lucr. ing. T. IVĂNCEANU

Asistent ing. V. BUZILĂ

GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ ŞI DESEN TEHNIC

PROBLEME ŞI APLICAŢII

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Revoluția tehnico-științifică, coordonată majoră a economiei naționale în ultimul deceniu și în perioada următoare, solicită din ce în ce mai mult cadre de specialitate cu o înaltă pregătire tehnică, capabili să facă față atît construcțiilor de noi utilaje la nivelul tehnicii mondiale, cît și exploatării lor în cele mai bune condiții. Așa cum se precizează în documentele Congresului al XII-lea, specialiștii care lucrează în domeniul tehnic trebuie să aibă o pregătire temeinică și multilaterală, să fie capabili să poată interveni în mai multe domenii de specialitate ce se întîlnesc în cadrul unui sector de activitate. Realizarea acestor sarcini, în cele mai bune condiții, impune celor care lucrează în domeniul tehnic și o foarte bună cunoaștere a desenului tehnic, care constituie mijlocul de concepere și exprimare a ideilor tehnice.

Geometria descriptivă și desenul tehnic contribuie în mod substanțial la formarea specialiștilor din industrie, dîndu-le posibilitatea să-și însușească sistemele de reprezentare plană a obiectelor din spațiu și astfel să poată concretiza prin proiecte concepțiile gîndite, sau să realizeze practic obiectele reprezentate grafic. Desenul tehnic dă posibilitatea fiecărui specialist să-și concretizeze prin reprezentări grafice orice idee privind concepția unui nou utilaj sau instalație, respectiv să realizeze practic aceste idei în întreprinderi și ateliere.

Lucrarea de față, prin conținutul său, folosește studenților pentru perfecționarea pregătirii în domeniul reprezentărilor grafice. În acest sens, la începutul fiecărui capitol, sînt redate pe scurt noțiunile teoretice care stau la baza rezolvării problemelor, apoi se prezintă o serie de exerciții rezolvate și un număr însemnat de probleme și aplicații propuse pentru rezolvare. Acestea sînt prezentate în mod gradat, ușurînd astfel înțelegerea noțiunilor de către cei care folosesc această lucrare.

Lucrarea conține și unele elemente privind introducerea în proiectare, prezentîndu-se mai multe variante analizate în

Scanned with OKEN Scanner

paralel, din care rezultă varianta optimă. Conținutul lucrării are la bază prevederile STAS-urilor referitoare la cele mai uzuale organe de mașini utilizate în proiectare. În acest fel, lucrarea folosește atît studenților care studiază disciplina Geometrie descriptivă și desen, cît și celor din anii mai mari, pentru alcătuirea proiectelor.

Prin numărul și varietatea problemelor prezentate, lucrarea constituie, totodată, un bogat material pentru specialiștii din domeniul tehnic.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

1. Reprezentarea punctului 9

1.1. Dubla proiecţie ortogonală 9
1.2. Reprezentarea punctului pe trei plane 11
1.3. Probleme rezolvate 13
1.4. Probleme propuse pentru rezolvare 18

2. Reprezentarea dreptei 20

2.1. Proiecţiile dreptei 20
2.2. Poziţiile particulare ale dreptei 21
2.3. Poziţiile relative a două drepte 25
2.4. Probleme rezolvate 26
2.5. Probleme propuse pentru rezolvare 30

3. Planul 34

3.1. Reprezentarea planului 34
3.2. Reprezentarea dreptei şi punctului conţinute de un plan 35
3.3. Drepte particulare ale unui plan 36
3.4. Plane particulare 37
3.5. Poziţiile relative a două plane 40
3.6. Poziţiile dreptei faţă de un plan 41
3.7. Probleme rezolvate 43
3.8. Probleme propuse pentru rezolvare 66

4. Metode de transformare a proiecţiilor 75

4.1. Schimbarea planelor de proiecţie 75
4.2. Metoda rotaţiei 78
4.3. Rabaterea 80
4.4. Probleme rezolvate 85
4.5. Probleme propuse pentru rezolvare 97

5. Probleme de sinteză 107

5.1. Probleme rezolvate 107
5.2. Probleme propuse pentru rezolvare 117

6. Reprezentarea corpurilor geometrice 122

6.1. Probleme rezolvate 123
6.2. Probleme propuse pentru rezolvare 130

7. Secţionarea corpurilor geometrice 135

7.1. Secţiuni plane în poliedre 135
7.1.1. Probleme rezolvate 135
7.2. Secţiuni plane pe suprafeţele cilindro-conice şi de rotaţie 143

Scanned with OKEN Scanner

7.2.1. Probleme rezolvate 145
7.3. Probleme propuse pentru rezolvare 157
8. Construcţia desfăşuratelor 163
8.1. Probleme rezolvate 164
8.1.1. Desfăşurarea suprafeţelor cu linii paralele 164
8.1.2. Desfăşutarea suprafeţelor cu linii radiale 168
8.1.3. Construcţia desfăşuratelor prin triangulare 170
8.1.4. Desfăşurate aproximative 172
8.2. Probleme propuse pentru rezolvare 173
9. Intersecţii de suprafeţe şi corpuri geometrice 178
9.1. Intersecţia unei drepte cu o suprafaţă 178
Probleme rezolvate 178
9.2. Intersecţii de corpuri geometrice 179
9.2.1. Probleme rezolvate 181
9.3. Probleme propuse pentru rezolvare 194
10. Linii şi suprafeţe elicoidale 199
10.1. Reprezentarea liniilor elicoidale 200
10.2. Suprafeţe elicoidale 203
10.3. Volume elicoidale 207
10.4. Probleme propuse pentru rezolvare 209
11. Reprezentarea axonometrică 211
11.1. Clasificarea reprezentărilor axonometrice ortogonale utilizate în desenul industrial 213
11.2. Reprezetarea axonometrică ortogonală a punctului 214
11.3. Reprezentarea axonometrică ortogonală a dreptei 215
11.4. Reprezentarea axonometrică ortogonale a planului 216
11.5. Reprezentarea axonometrică ortogonală a cercului 218
11.6. Aplicaţii rezolvate 218
11.7. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 240
12. Dispunerea proiectelor 243
12.1. Aplicaţii rezolvate 245
12.2. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 249
13. Reprezentarea secţiunilor în piese 253
13.1. Generalităţi 253
13.2. Reguli de reprezentare a traseului de secţionare şi a secţiunilor 254
13.3. Reprezentarea secţiunilor cu vedere 255
13.3.1. Aplicaţii rezolvate 255
13.3.2. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 266
13.4. Reprezentarea secţiunilor propriu-zise 274
13.4.1. Aplicaţii rezolvate 274
13.4.2. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 277
14. Desene de execuţie 279
14.1. Generalităţi 279
14.2. Succesiunea etapelor pentru alcătuirea desenelor de execuţie 279
14.3. Aplicaţii rezolvate 308
14.4. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 318
14.5. Exemple de proiectare 320

Scanned with OKEN Scanner

15. Desenul de ansamblu 325
15.1. Generalităţi 325
15.2. Succesiunea etapelor de executare a desenului de ansamblu 327
15.3. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 328
15.4. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 367

16. Asamblări 372
16.1. Generalităţi 372
16.2. Elemente de etanşare 395
16.2.1. Etanşări fixe 395
16.2.2. Etanşări mobile 406
16.2.3. Etanşări prin garnituri-manşetă 409
16.3. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 415

17. Roţi dinţate şi angrenaje 418
17.1. Reprezentarea şi cotarea roţilor dinţate 418
17.2. Reprezentarea şi cotarea angrenajelor 422
17.3. Aplicaţii rezolvate 428
17.4. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 436

18. Aplicaţii de sinteză referitoare la asamblarea organelor de maşini 445
18.1. Aplicaţii rezolvate 445
18.2. Aplicaţii propuse pentru rezolvare 447

Bibliografie 450

Scanned with OKEN Scanner

1

REPREZENTAREA PUNCTULUI

1.1. DUBLA PROIECȚIE ORTOGONALĂ

Se consideră două plane perpendiculare între ele, care alcătuiesc un *sistem de referință sau reper* (fig. 1.1). Planul notat cu H se numește *plan orizontal de proiecție*, iar planul notat cu V, *plan vertical de proiecție*. Cele două plane se intersectează după dreapta Ox, numită *axă de proiecție* sau *linie de pămînt*.

Pentru a construi reprezentarea dublu ortogonală a unui punct A din spațiu, se consideră prin acest punct cîte o proiectantă perpendiculară pe fiecare plan de proiecție. Perpendiculara pe planul orizontal H îl intersectează în punctul notat cu a, care se numește *proiecție orizontală*, iar perpendiculara pe planul vertical V, în punctul notat cu a' și se numește *proiecție verticală*.

Planul aAa' este perpendicular pe planele H și V și deci și pe axa Ox, pe care o intersectează în punctul notat cu a_x. Dreptele aa_x și $a'a_x$ sînt și ele perpendiculare pe axa Ox.

Pentru a trece de la reprezentarea în spațiu la reprezentarea plană (fig. 1.1, *b*), se rotește planul H în jurul axei Ox cu 90° în sensul indicat prin săgeată pe figura 1.1, *a*, ajungînd astfel, în același plan cu planul vertical V. Datorită condițiilor menționate mai sus, segmentele aa_x și $a'a_x$ vor fi situate

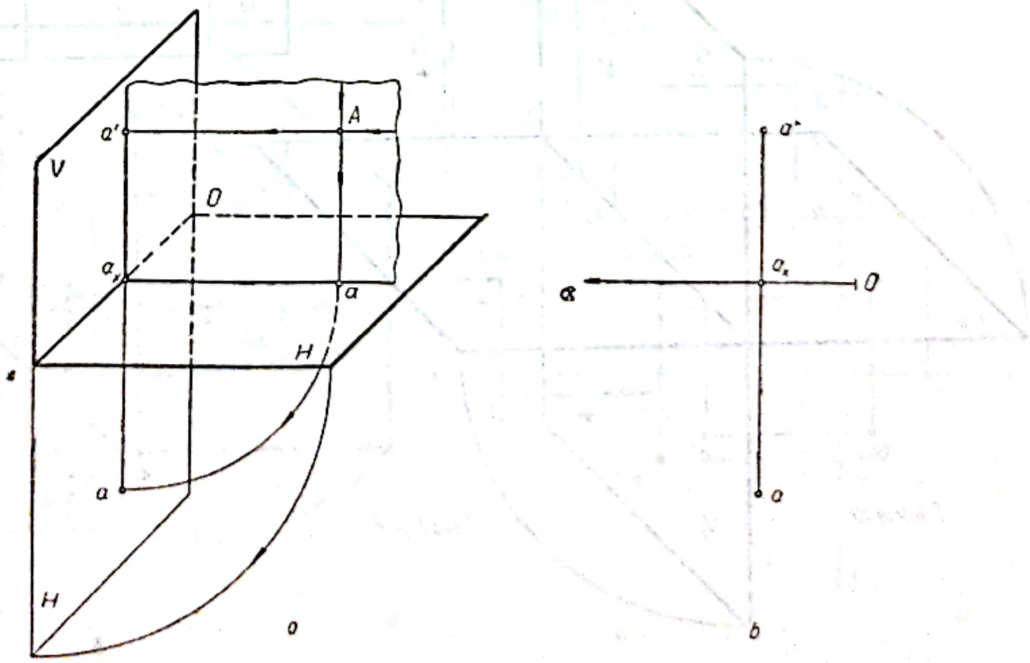


Fig. 1.1

pe aceeaşi dreaptă $a'a_x a$, perpendiculară pe axa Ox, care se numeşte *linie de ordine.*

Desenul din figura 1.1, *a* se numeşte *reprezentare spaţială* sau *axonometrică*, iar cel din figura 1.1, *b reprezentare plană* sau *epură.*

Poziţia punctului A este determinată de segmentele ce măsoară distanţele de la punct la planele de proiecţie şi care au următoarele denumiri :

$$Aa' = aa_x \quad - \textit{ depărtare ;}$$

$$Aa = a'a_x \quad - \textit{ cotă.}$$

Planele de proiecţie H şi V se divid prin axa Ox în cîte două semiplane (fig. 1.2, *a*), care se numesc în mod generic tot plane de proiecţie : *Ha — planul orizontal anterior ; Hp — planul orizontal posterior ; V_s — planul vertical superior* şi *Vi — planul vertical inferior.*

Aceste semiplane împart spaţiul în patru diedre. Diedrul *I* este format din semiplanele *Ha* şi *Vs*, diedrul *II* din semiplanele *Vs* şi *Hp*, diedrul *III* din semiplanele *Hp* şi *Vi* şi diedrul *IV* din semiplanele *Vi* şi *Ha.*

În figura 1.2, *a* s-a reprezentat cîte un punct situat în fiecare diedru. Punctul $A(a, a')$ este situat în diedrul *I* ; punctul B (b, b'), în diedrul *II* ; punctul C (c, c') în diedrul *III* şi punctul D (d, d') în diedrul *IV.*

Depărtările punctelor situate în faţa planului vertical se consideră pozitive (+), iar cele situate în spatele planului vertical negative (—). Cotele punctelor situate deasupra planului orizontal sînt pozitive (+), iar cele situate sub planul orizontal negative (—). Semnele cotelor şi depărtărilor corespunzătoare celor patru diedre sînt reprezentate în tabelul alăturat figurii 1.2.

Diedrul	Semnul	
	Depărtării	Cotei
I	+	+
II	—	+
III	—	—
IV	+	—

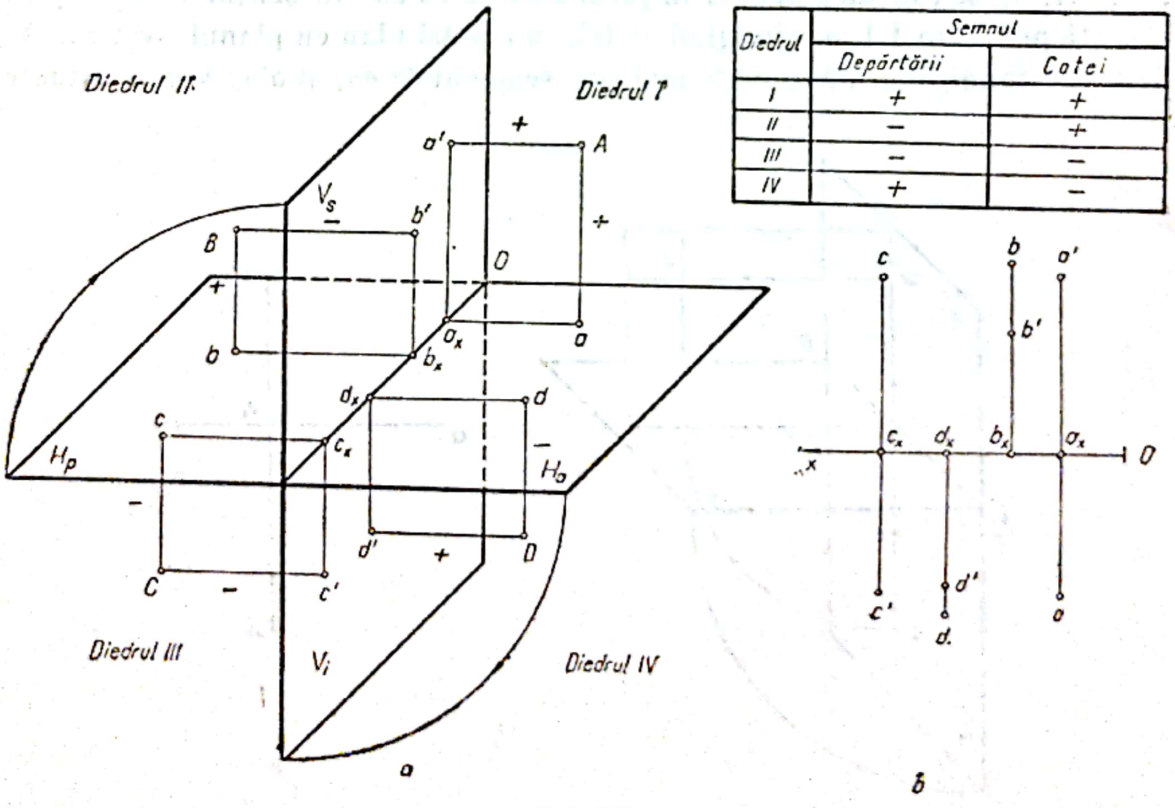


Fig. 1.2

Pentru a construi reprezentarea plană a punctelor A, B, C și D (fig. 1.2, *b*), se rotește semiplanul orizontal anterior Ha, în jurul axei Ox, pînă se va confunda cu semiplanul vertical inferior Vi, iar semiplanul orizontal posterior Hp se va confunda cu semiplanul vertical superior Vs.

Din această rotație a planelor rezultă că unele din proiecțiile punctelor vor fi situate deasupra axei Ox, iar altele sub axa Ox (fig. 1.2, *b*).

1.2. REPREZENTAREA PUNCTULUI PE TREI PLANE

Se consideră un sistem de trei plane H, V și W, perpendiculare două cîte două, ca în figura 1.3, *a*, care se intersectează după axele Ox, Oy și Oz. Planul notat cu W se numește *plan lateral* de proiecție, iar cele trei plane alcătuiesc un triedru tridreptunghic de proiecție. Se consideră un punct M care se proiectează ortogonal pe cele trei plane, obținîndu-se proiecțiile : m — *proiecția orizontală* ; m' — *proiecția verticală* ; m'' — *proiecția laterală*.

Pentru a se trece de la spațiul cu trei dimensiuni la planul cu două dimensiuni (fig. 1.3, *b*), se consideră că se deschide triedrul de proiecție, după axa Oy, planul orizontal H și lateral W rotindu-se cu 90° în sensurile notate prin săgeți. În acest mod, toate cele trei plane ajung să fie situate în același plan cu planul vertical. Proiecția orizontală m ajunge pe linia de ordine $m'm_xm$, perpendiculară pe axa Ox, iar proiecția laterală m'' pe linia de ordine $m'm_zm''$, perpendiculară pe axa Oz.

Poziția punctului M din spațiu este determinată de segmentele ce măsoară distanțele de la punct la planele de proiecție și care alcătuiesc coordonatele punctului :

$Mm'' = Om_x$ — *abscisa* (X) ;
$Mm' = mm_x$ — *depărtarea* (Y) ;
$Mm = m'm_x$ — *cota* (Z).

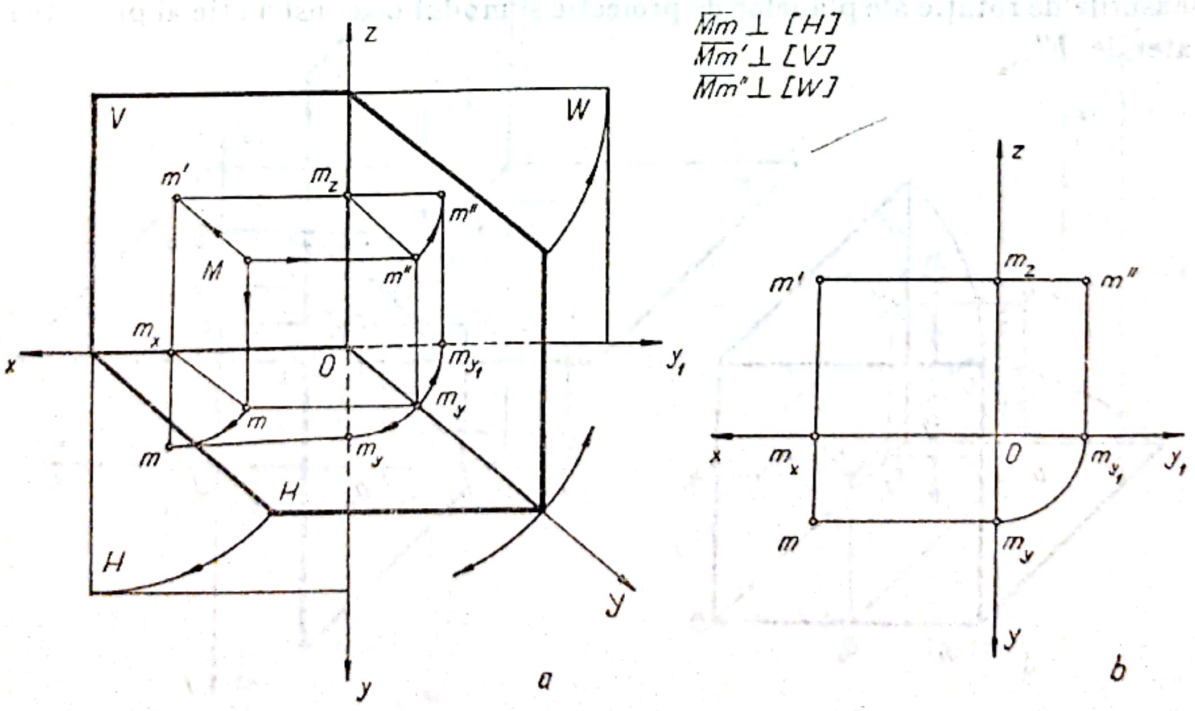
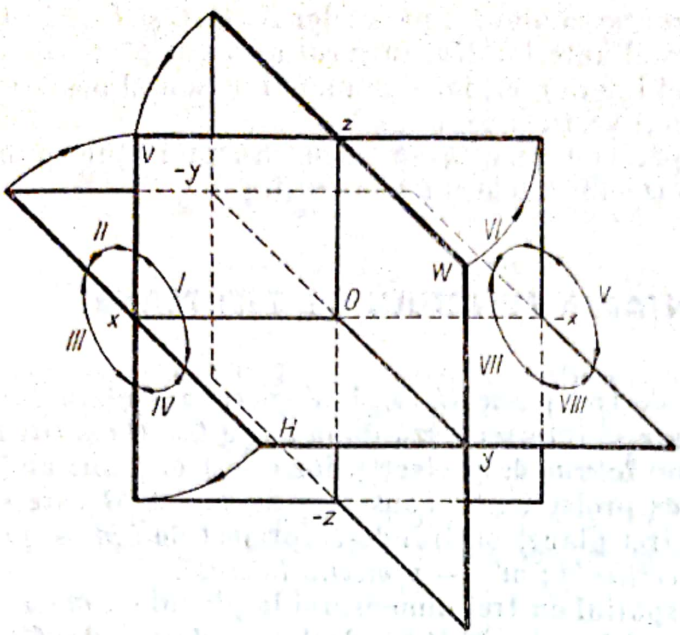


Fig. 1.3



Triedrul / Coordonatele	Abscisa x	Depărtarea y	Cota z
I	+	+	+
II	+	−	+
III	+	−	−
IV	+	+	−
V	−	+	+
VI	−	−	+
VII	−	−	−
VIII	−	+	−

Fig. 1.4

Planele de proiecţie H, V şi W împart spaţiul în opt triedre de proiecţie, numerotate ca în figura 1.4. Fiecare axă de coordonate va avea un sens pozitiv şi unul negativ, iar semnele coordonatelor fiecărui triedru sînt prezentate în tabelul alăturat figurii 1.4.

Pe figura 1.4 sînt indicate prin săgeţi sensurile în care se rotesc planele H şi W, în jurul axelor Ox şi Oz.

În figura 1.5 se prezintă reprezentarea în spaţiu şi plană a punctului B, proiectat pe cele trei plane de proiecţie H, V şi W. Prin săgeţi sînt indicate sensurile de rotaţie ale planelor de proiecţie şi modul de construcţie al proiecţiei laterale b''.

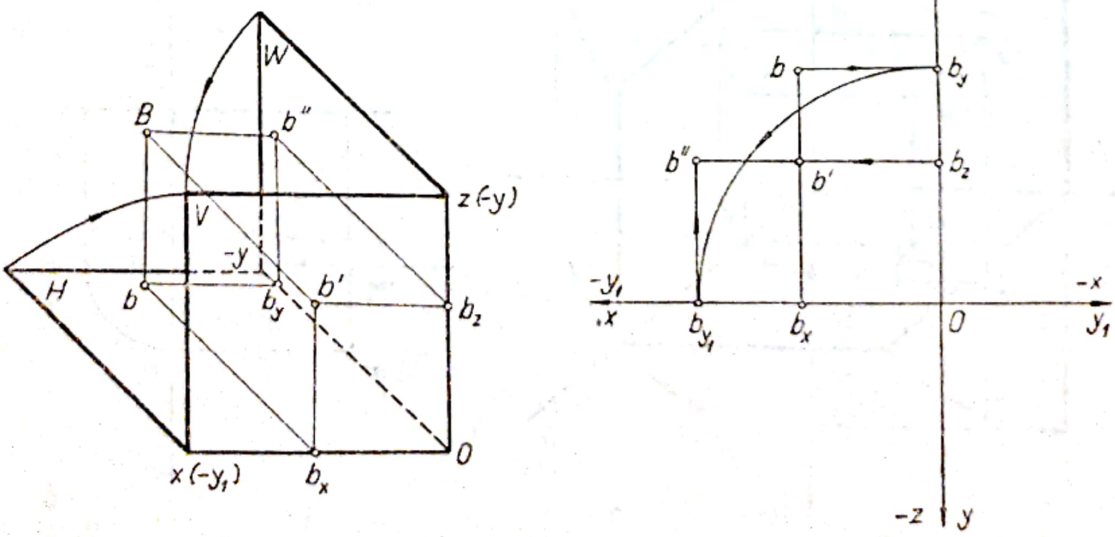


Fig. 1.5

1.3. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască reprezentarea plană şi în spaţiu a punctelor A, B, C, D, avînd următoarele coordonate: A (7, 17, 25); B (14, —30, 18); C (21, —22, —26); (28, 26, —12).

Rezolvare. Se consideră axa Ox (linia de pămînt) pe care se fixează punctul O ca origine a absciselor, iar sensul pozitiv spre stînga (fig. 1.6, *b*). Pentru punctul A, se măsoară abscisa de la O spre x, de 17 mm, obţinînd astfel punctul a_x. Prin punctul a_x se trasează linia de ordine, perpendiculară pe axa Ox. Depărtarea punctului fiind pozitivă, se măsoară 17 mm, sub axa Ox, obţinînd proiecţia orizontală a. Cota fiind pozitivă, se măsoară 25 mm, deasupra axei Ox, obţinînd proiecţia verticală a'.

Punctul B, avînd depărtarea negativă, se vor măsura din punctul b_x, 30 mm, deasupra axei Ox, obţinînd proiecţia orizontală b. Cota fiind pozitivă, se măsoară 18 mm, tot deasupra axei Ox, obţinînd proiecţia verticală b'.

Punctul C are atît depărtarea cît şi cota negative. Se măsoară abscisa de 21 mm, obţinînd punctul c_x. Depărtarea de 22 mm se măsoară deasupra axei Ox, obţinînd proiecţia orizontală c, iar cota de 26 mm se măsoară sub axa Ox, obţinînd proiecţia verticală c'.

Respectînd aceste reguli, se construieşte şi reprezentarea plană a punctului D, obţinînd proiecţiile d şi d', situate sub axa Ox.

Pentru a intui poziţia punctelor în spaţiu, respectiv în care diedre sînt situate, se construieşte reprezentarea spaţială din figura 1.6, *a*. Se reprezintă planele de proiecţie H şi V, din intersecţia cărora rezultă axa Ox, pe care se măsoară abscisele, obţinînd punctele a_x, b_x, c_x şi d_x. Din punctul a_x, se trasează o dreaptă paralelă cu axa Oy, pe care se măsoară depărtarea de 17 mm, obţi-

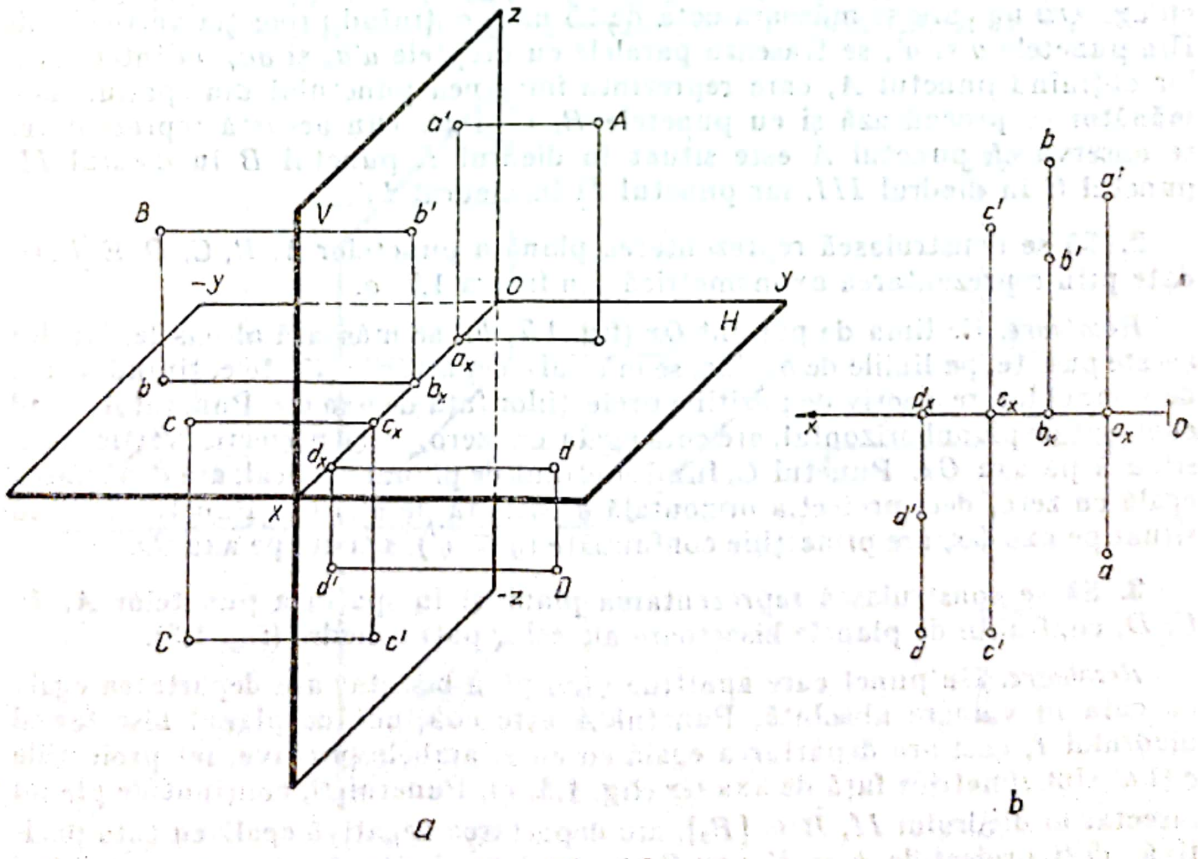


Fig. 1.6

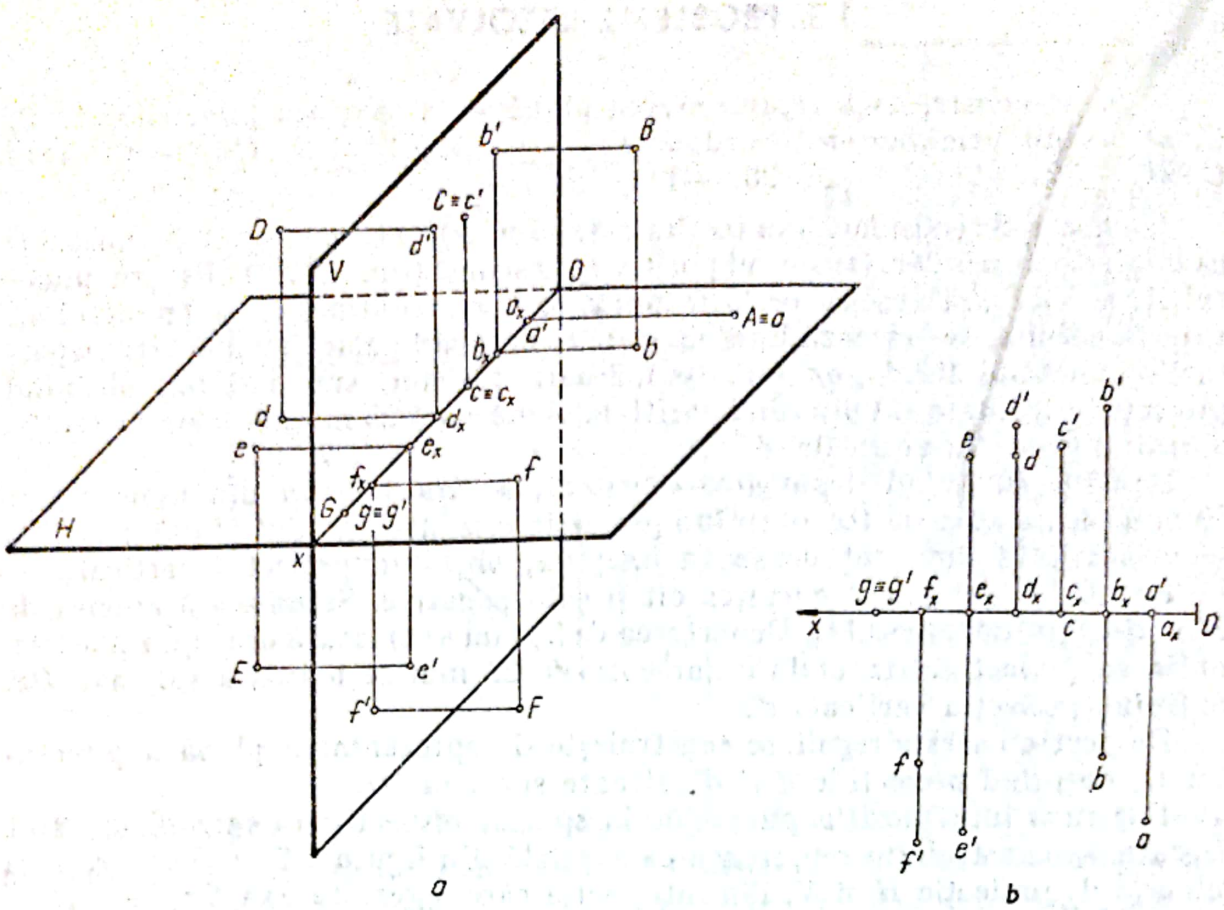


Fig. 1.7

nînd proiecţia orizontală a. Tot din punctul a_x, se trasează o dreaptă paralelă cu axa Oz, pe care se măsoară cota de 25 mm, obţinînd proiecţia verticală a'. Din punctele a şi a', se trasează paralele cu dreptele $a'a_x$ şi aa_x, la intersecţia lor obţinînd punctul A, care reprezintă imaginea punctului din spaţiu. Asemănător se procedează şi cu punctele B, C şi D. Din această reprezentare, se observă că punctul A este situat în diedrul I, punctul B în diedrul II, punctul C în diedrul III, iar punctul D în diedrul IV.

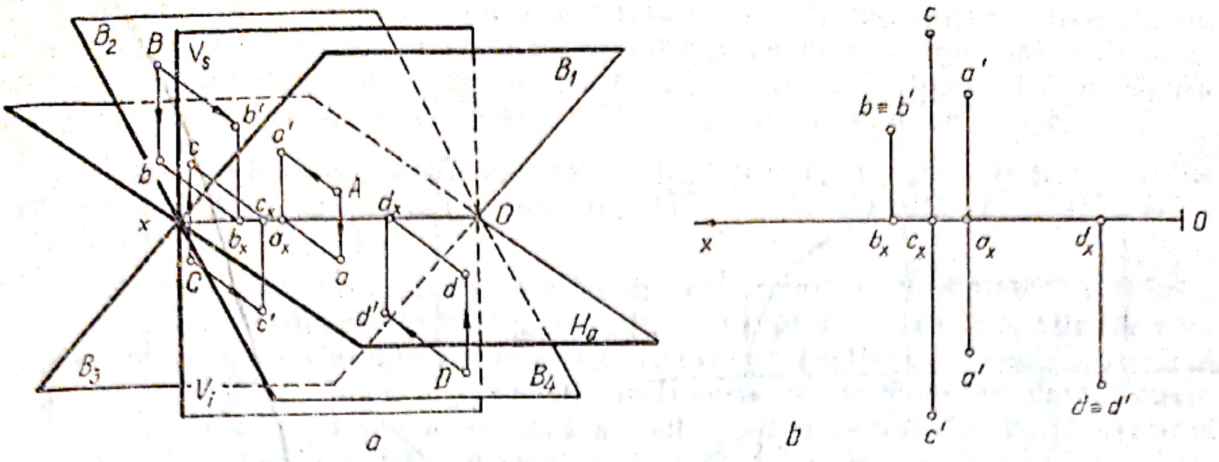
2. Să se construiască reprezentarea plană a punctelor A, B, C, D, E, F, G, date prin reprezentarea axonometrică din figura 1,7, *a*.

Rezolvare. Pe linia de pămînt Ox (fig. 1.7, *b*), se măsoară abscisele, iar din aceste puncte, pe liniile de ordine, se măsoară depărtările şi cotele, ţinînd seama de semnul lor, respectiv de poziţiile proiecţiilor faţă de axa Ox. Punctul A, fiind conţinut de planul orizontal, are cota egală cu zero, deci proiecţia verticală a' situată pe axa Ox. Punctul C, fiind conţinut de planul vertical, are depărtarea egală cu zero, deci proiecţia orizontală a, situată pe axa Ox. Punctul G, fiind situat pe axa Ox, are proiecţiile confundate ($g \equiv g'$), situate pe axa Ox.

3. Să se construiască reprezentarea plană şi în spaţiu a punctelor A, B, C, D, conţinute de planele bisectoare ale celor patru diedre (fig. 1.8).

Rezolvare. Un punct care aparţine unui plan bisectar are depărtarea egală cu cota în valoare absolută. Punctul A este conţinut de planul bisectar al diedrului I, deci are depărtarea egală cu cota, ambele pozitive, iar proiecţiile a şi a' sînt simetrice faţă de axa Ox (fig. 1.8, *b*). Punctul B, conţinut de planul bisectar al diedrului II, $B \in [B_2]$, are depărtarea negativă egală cu cota pozitivă, deci proiecţiile b şi b' vor fi confundate şi situate deasupra axei Ox.

Scanned with OKEN Scanner



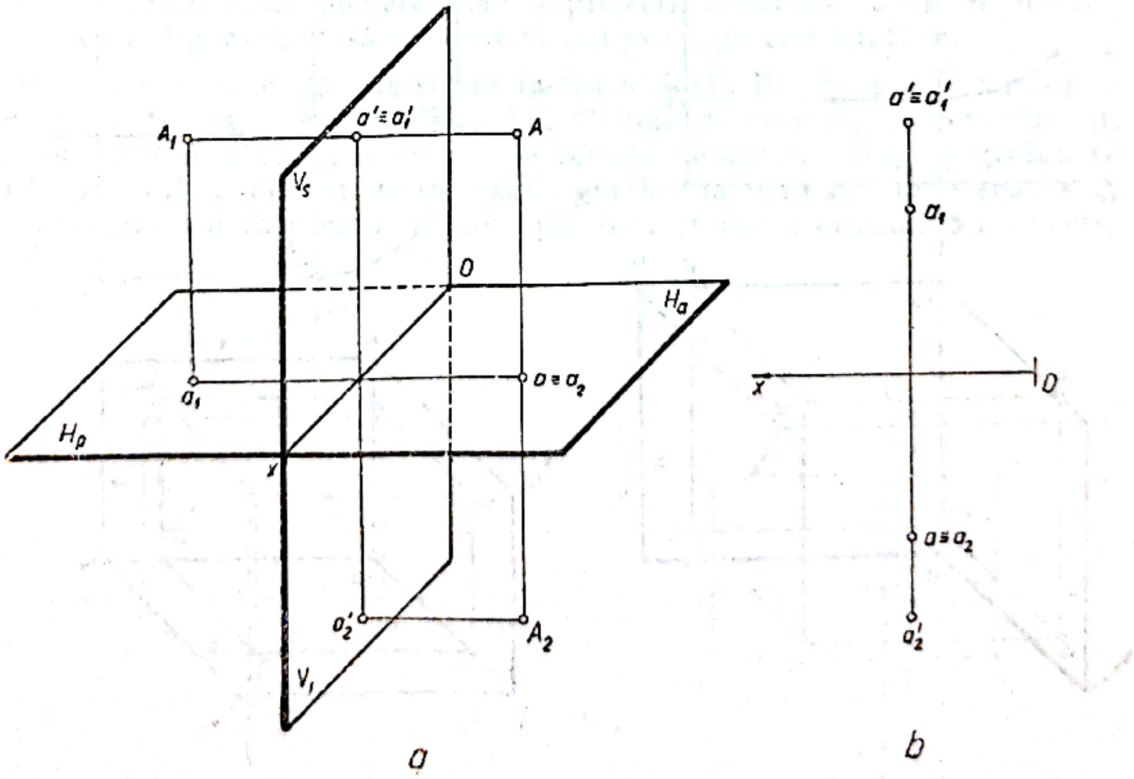
a b

Fig. 1.8

Punctul $C \in [B_3]$ are cota egală cu depărtarea, ambele negative. iar proiecţiile în reprezentarea plană vor fi simetrice faţă de Ox. Punctul $D \in [B_4]$ are cota negativă, egală cu depărtarea pozitivă, iar proiecţiile d şi d' sînt confundate şi situate sub axa Ox.

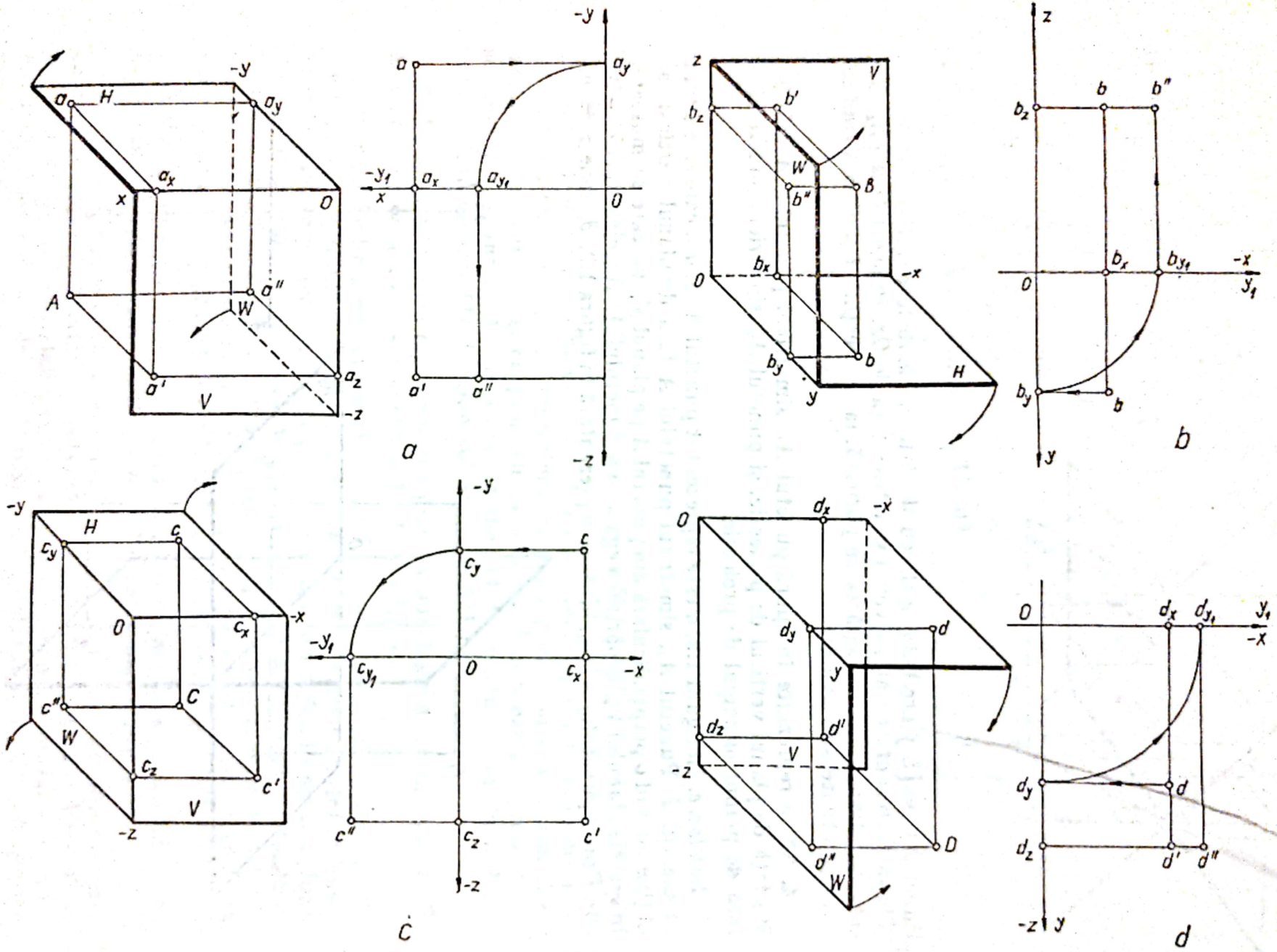
4. Să se reprezinte în epură punctul A_1, simetricul punctului A (15, 20, 30) faţă de planul vertical de proiecţie, şi punctul A_2, simetricul punctului A faţă de planul orizontal de proiecţie.

Rezolvare. În figura 1.9, *a* este reprezentat punctul A (a, a'), care este situat în diedrul *I*. Punctul A_1, simetricul punctului A faţă de planul vertical, se obţine ducînd o perpendiculară din punctul A pe planul V_s, pe care se măsoară, în spatele planului V_s, depărtarea egală cu a punctului A. Rezultă A_1 (15, —20, 30). Epura punctului A_1 (a_1, a_1') este reprezentată în figura 1.9, *b*, unde $a' \equiv a_1'$.



a b

Fig. 1.9



Scanned with OKEN Scanner

Punctul A_2, simetricul punctului A faţă de planul orizontal, se obţine ducînd din punctul A o perpendiculară pe planul H_a, pe care se măsoară, sub plan, cota punctului A şi se obţine punctul A_2 (a_2, a_2'), ca în figura 1.9, *a*. Epura punctului A_2 (a_2, a_2') este reprezentată în figura 1.9, *b*, unde $a \equiv a_2$.

5. Să se construiască reprezentarea plană şi în spaţiu, pe cele trei plane de proiecţie, a punctelor A (30, —20, 30) ; B (—20, 20, 25) ; C (—30, —15, —25) şi D (—20, 25, —35).

Rezolvare. Se stabileşte în care triedru este situat fiecare punct, în funcţie de semnele coordonatelor (v. fig. 1.4). Pentru reprezentarea în spaţiu, se construiesc semiplanele care delimitează triedrul respectiv şi proiecţiile fiecărui punct pe cele trei plane de proiecţie în funcţie de coordonatele date. Pentru reprezentarea plană, se analizează sensul în care se rabate planul orizontal şi lateral, respectiv poziţia proiecţiilor faţă de axele de proiecţie.

Se reprezintă axele de proiecţie pe care se măsoară coordonatele şi se determină proiecţiile fiecărui punct.

Punctul A (fig. 1.10, *a*) este situat în triedrul *III*, punctul B (fig. 1.10, *b*) în triedrul *V*, punctul C (fig. 1.10, *c*) în triedrul *VII* şi punctul D (fig. 1.10, *d*) în triedrul *VIII*.

6. *Fiind date :* proiecţia orizontală m şi proiecţia verticală m', ale unui punct M, dispuse ca în figura 1.11, să se construiască proiecţia laterală m''.

Rezolvare. Punctul M este situat în triedrul *VI*. Pentru a determina proiecţia laterală m'', din proiecţia orizontală m se construieşte o paralelă la linia de pămînt care intersectează axa Oy în punctul m_y (fig. 1.11). Se execută rabatarea punctului m_y spre stînga, obţinîndu-se pe axa Oy_1 punctul m_{y_1}. Din punctul m_{y_1} se ridică o perpendiculară pe axa Ox, iar la intersecţia acestei perpendiculare cu paralela $m'm_z$ la Ox se determină proiecţia laterală m''.

7. *Fiind date* : proiecţia verticală n' şi proiecţia laterală n'' ale unui punct N, dispuse ca în figura 1.12, să se construiască proiecţia orizontală m.

Rezolvare. Punctul N este situat în triedrul *IV*. Pentru a determina proiecţia orizontală n, se construieşte din n'' linia de ordine perpendiculară pe axa Oy_1, determinînd punctul n_{y_1}. Se roteşte depărtarea On_{y_1}, obţinînd pe axa Oy punctul n_y, din care se trasează o paralelă la axa Ox, care intersectează linia de ordine $n_x n'$ în punctul n, care reprezintă proiecţia orizontală a punctului N.

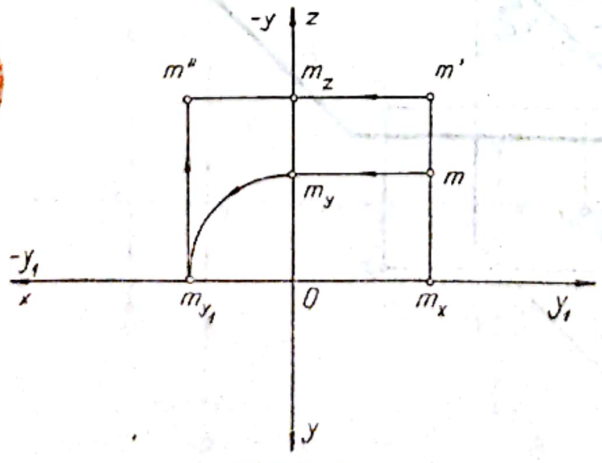


Fig. 1.11

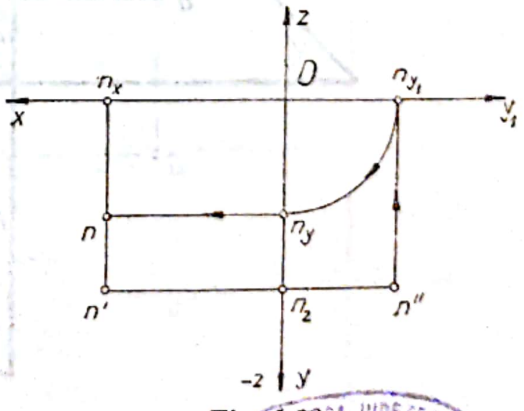


Fig. 1.12

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ „GH. ASACHI" IAŞI

555.830

Scanned with OKEN Scanner

1.4. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască reprezentarea plană, dublu ortogonală, a punctelor A, B, C, D, E, F, date prin reprezentarea axonometrică din figura 1.13.

2. Să se construiască reprezentarea spațială a punctelor A, B, C, D, E, date prin reprezentarea plană din figura 1.14.

3. Să se construiască reprezentarea spațială și plană a punctelor A, B, C, D, E, F, date prin coordonate : A (8, 20, 35) ; B (16, 0, 20) ; C (24, —25, 25) ; D (32, —20, —35) ; E (40, 20, —30) ; F (45, 30, 0).

4. Fiind dat punctul A (15, —30, —20), să se construiască reprezentarea plană și în spațiu a punctelor A_1, A_2 și A_3, simetrice cu punctul A, în raport cu planul vertical de proiecție, planul orizontal de proiecție și axa Ox.

5. Să se construiască reprezentarea plană și în spațiu a punctelor A, B, C din figura 1,15, *a*, *b*, *c*.

6. Să se completeze reprezentarea plană a punctelor A, B, C din figura 1.16, *a*, *b*, *c* și să se construiască reprezentarea axonometrică pe trei plane de proiecție.

7. Să se construiască reprezentarea plană și în spațiu a punctelor A, B, C, D, date prin coordonate : A (25, —20, 35) ; B (30, 35, —20) ; C (—35, 25, 35) ; D (—30, —20, 35).

8. Fiind dat punctul A (15, 25, 35), să se construiască reprezentarea plană și în spațiu a punctelor A_1, A_2 și A_3, simetrice cu punctul A, în raport cu planul vertical de proiecție, planul lateral de proiecție și axa Oy.

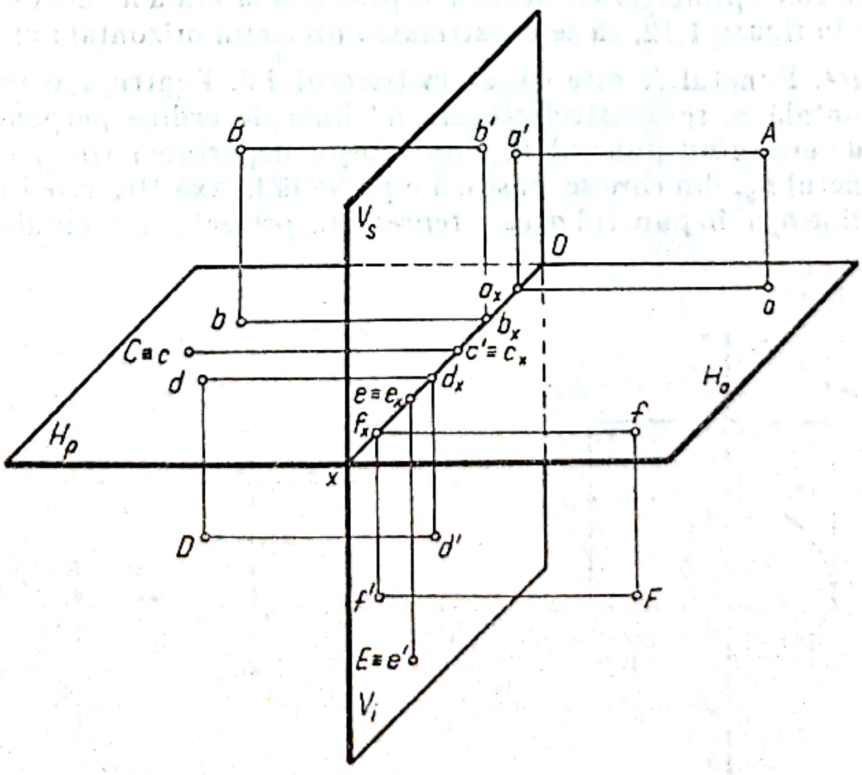


Fig. 1.13

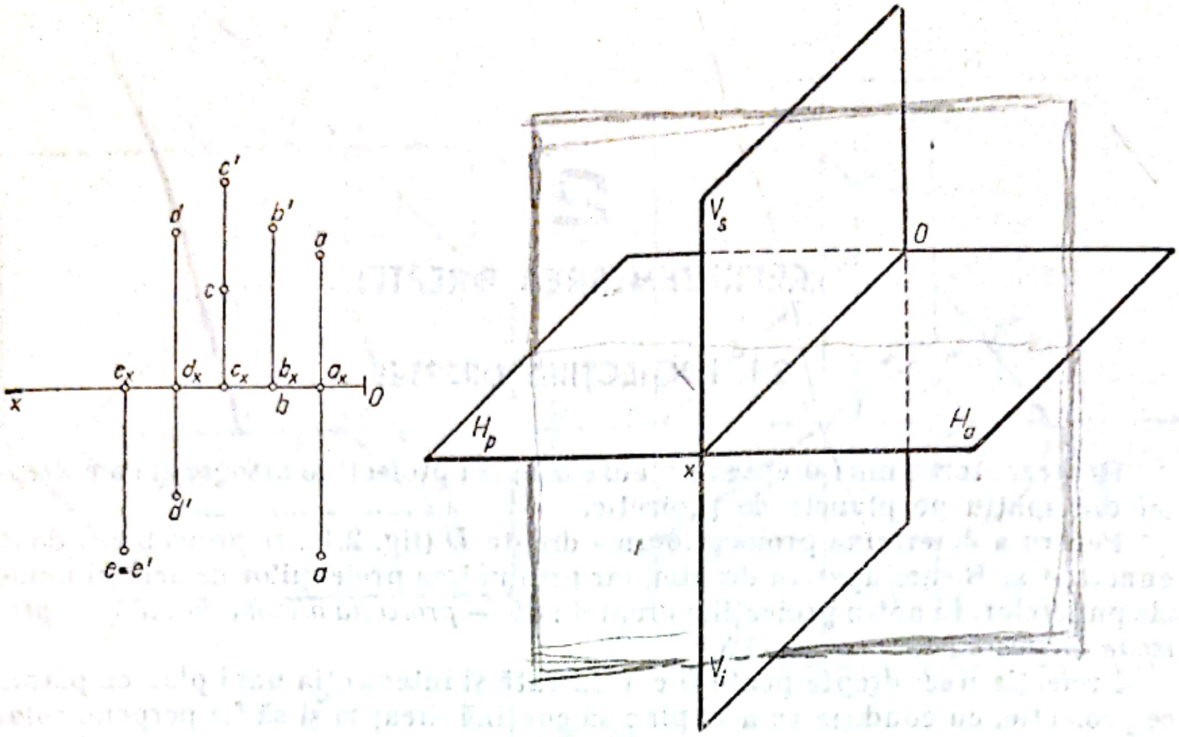


Fig. 1.14

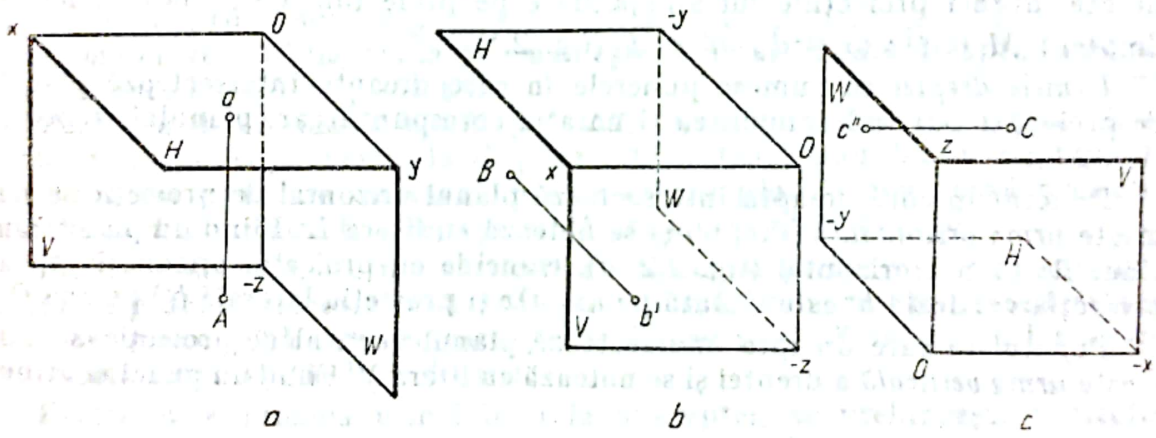


Fig. 1.15

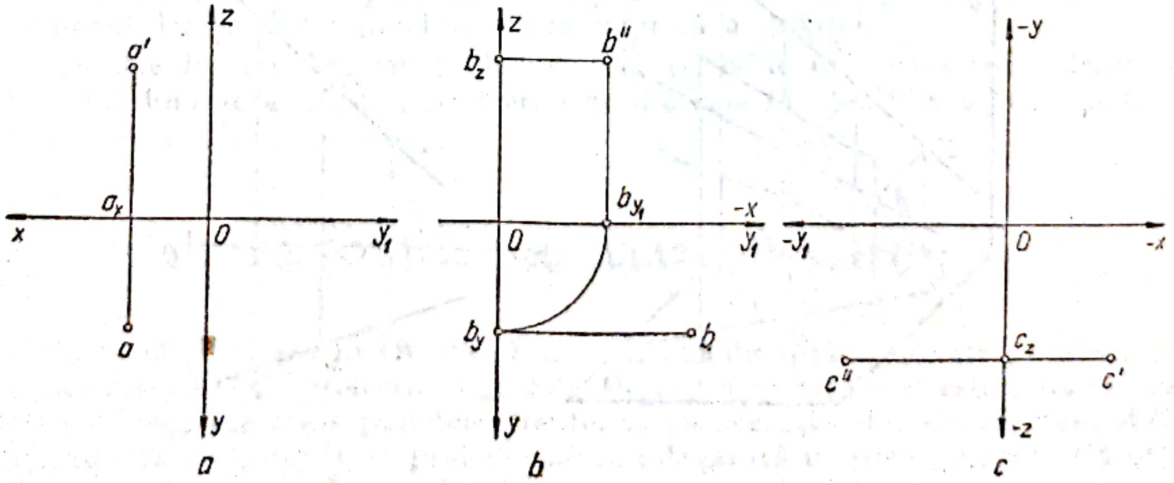


Fig. 1.16

2

REPREZENTAREA DREPTEI

2.1. PROIECȚIILE DREPTEI

Reprezentarea unei drepte se realizează prin proiecțiile ortogonale ale dreptei din spațiu pe planele de proiecție.

Pentru a determina proiecțiile unei drepte D (fig. 2.1), se proiectează două puncte A și B care aparțin dreptei, iar prin unirea proiecțiilor de același nume ale punctelor, se obțin proiecțiile dreptei : ab — *proiecția orizontală* ; $a'b'$ — *proiecția verticală*.

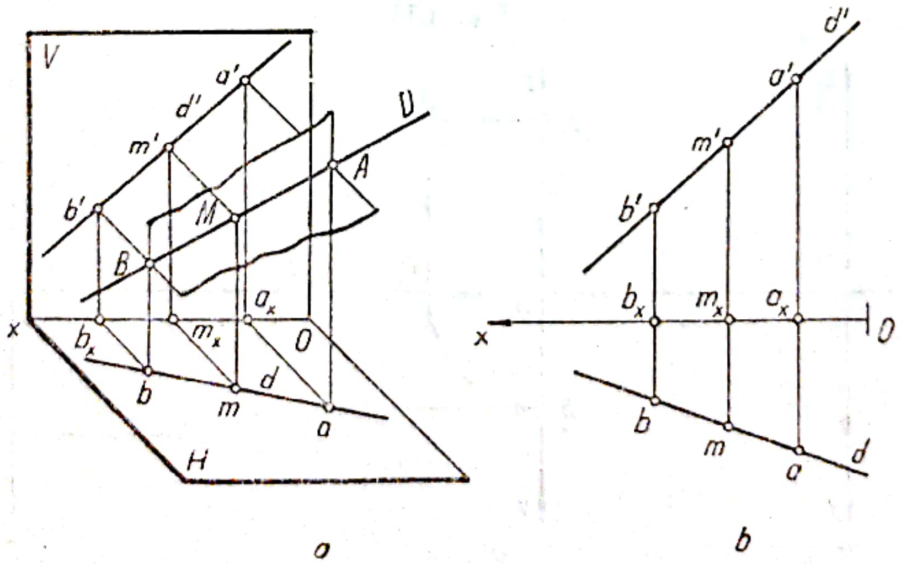
Proiecția unei drepte poate fi considerată și intersecția unui plan cu planul ce proiecție, cu condiția ca acel plan să conțină dreapta și să fie perpendicular pe planul de proiecție (fig. 2.1, *a*).

Din reprezentarea unei drepte, rezultă că, dacă un punct aparține unei drepte, atunci proiecțiile lui sînt situate pe proiecțiile de același nume ale dreptei : $\dot{M} \in \bar{D}$; $\dot{m} \in \bar{d}$; $\dot{m}' \in \bar{d}'$ (fig. 2.1).

Urmele dreptei se numesc punctele în care dreapta intersectează planele de proiecție, purtînd denumirea și notația corespunzătoare planului respectiv (fig. 2.2).

Punctul în care dreapta intersectează planul orizontal de proiecție se numește *urma orizontală* a dreptei și se notează cu litera H. Fiind un punct conținut de planul orizontal (fig. 2.2, *a*), coincide cu proiecția orizontală h, iar proiecția verticală h' este situată pe axa Ox și proiecția laterală h'' pe axa Oy.

Punctul în care dreapta intersectează planul vertical de proiecție se numește *urma verticală* a dreptei și se notează cu litera V. Fiind un punct conținut



a *b*

Fig. 2.1

Scanned with OKEN Scanner

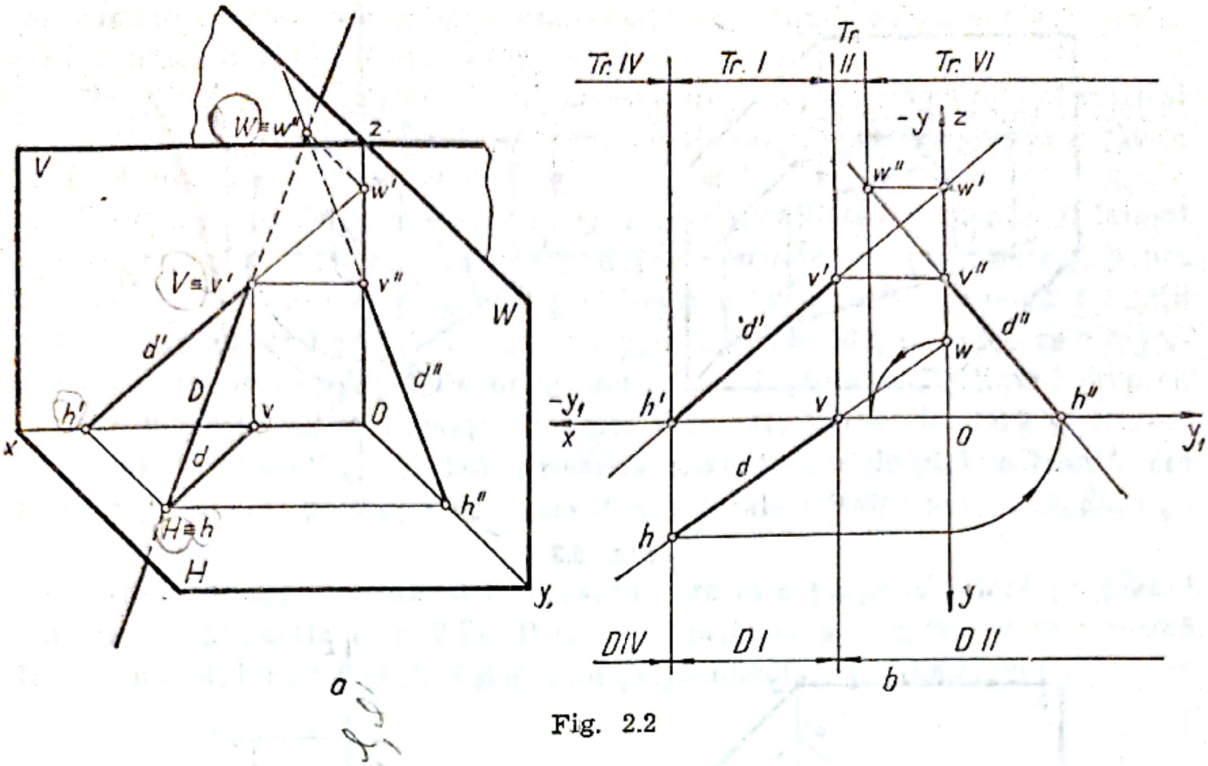


Fig. 2.2

de planul vertical, coincide cu proiecţia verticală v', iar proiecţia orizontală v şi laterală v'', fiind situate pe axa Ox şi Oy.

Urma laterală W (w, w', w'') se numeşte punctul în care dreapta intersectează planul lateral de proiecţie.

Pentru a determina în epură (fig. 2.2, *b*), urma orizontală a dreptei, se prelungeşte proiecţia verticală d' pînă intersectează axa Ox în punctul h', iar din acest punct se trasează linia de ordine pînă intersectează proiecţia orizontală d în punctul h, care reprezintă urma orizontală a dreptei.

Pentru a determina urma verticală a dreptei, se prelungeşte proiecţia orizontală d pînă intersectează axa Ox în punctul v, iar din acest punct se trasează linia de ordine pînă intersectează proiecţia verticală d' în punctul v', care reprezintă urma verticală a dreptei.

Pentru determinarea urmei laterale a dreptei, se prelungeşte proiecţia verticală d' pînă intersectează axa Oz în punctul w', iar din acest punct se trasează linia de ordine paralelă cu Ox pînă intersectează proiecţia laterală d'' în punctul w'', care reprezintă urma laterală a dreptei.

Urmele dreptei determină diedrele sau triedrele prin care trece dreapta. În cazul din figura 2.2, dreapta trece prin diedrele *IV*, *I* şi *II* sau prin triedrele *IV*, *I*, *II* şi *VI*.

2.2. POZIŢIILE PARTICULARE ALE DREPTEI

Dreaptă de nivel sau orizontală se numeşte dreapta care este paralelă cu planul orizontal de proiecţie (fig. 2.3). Proiecţia verticală d' este paralelă cu axa Ox, deoarece toate punctele dreptei D au aceeaşi cotă. Un segment AB, conţinut de dreapta D, se proiectează în adevărată mărime pe proiecţia orizontală d ; $ab = AB$. Unghiul β, format de dreaptă cu planul vertical, se pro-

Scanned with OKEN Scanner

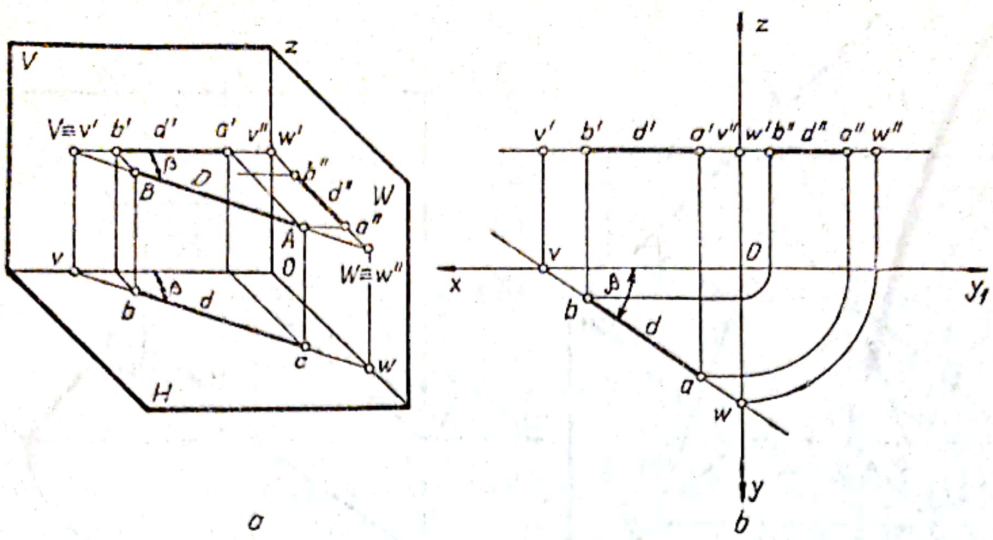


Fig. 2.3

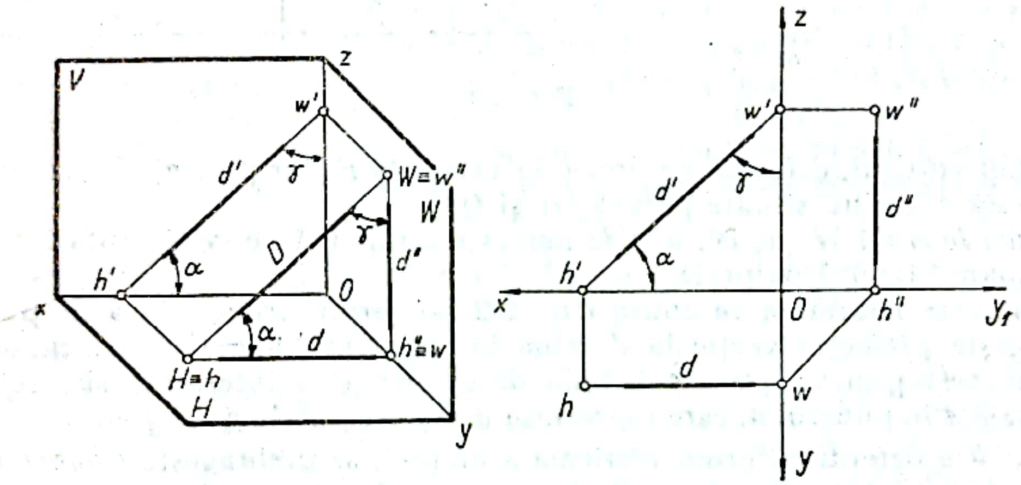


Fig. 2.4

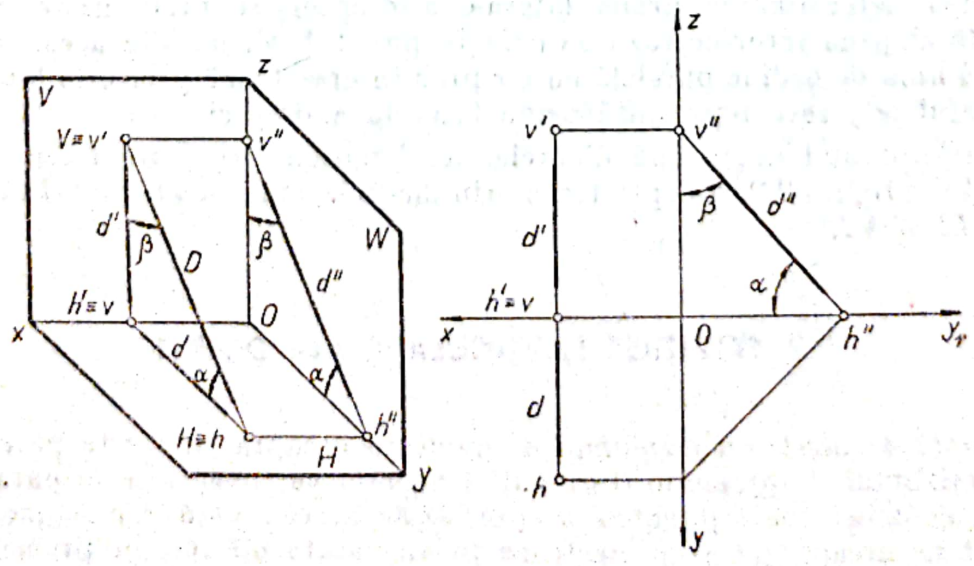


Fig. 2.5

iectează în adevărată mărime pe planul orizontal, fiind egal cu unghiul format de proiecţia orizontală *d* cu axa *Ox*.

Dreaptă de front sau frontală se numeşte dreapta paralelă cu planul vertical de proiecţie (fig. 2.4). Proprietăţile menţionate la dreapta de nivel se regăsesc în mod analog şi la dreapta de front.

Dreaptă de profil se numeşte dreapta care este paralelă cu planul lateral de proiecţie (fig. 2.5). Proiecţiile *d* şi *d'* sînt perpendiculare în acelaşi punct pe axa *Ox*. Poziţia unei drepte de profil este determinată prin două proiecţii numai în cazul cînd una dintre ele este proiecţia laterală, sau cînd este reprezentată prin proiecţiile dublu ortogonale a două puncte aparţinînd dreptei.

Dreaptă verticală se numeşte dreapta care este perpendiculară pe planul orizontal de proiecţie (fig. 2.6). Proiecţia orizontală a dreptei se transformă într-un punct, iar proiecţia verticală *d'* şi laterală *d''* sînt perpendiculare pe axa *Ox* şi *Oy*.

Dreaptă de capăt se numeşte dreapta care este perpendiculară pe planul vertical de proiecţie (fig. 2.7). Proiecţia verticală a dreptei se transformă într-un punct, iar proiecţiile *d* şi *d''* sînt perpendiculare pe axa *Ox* şi *Oz*.

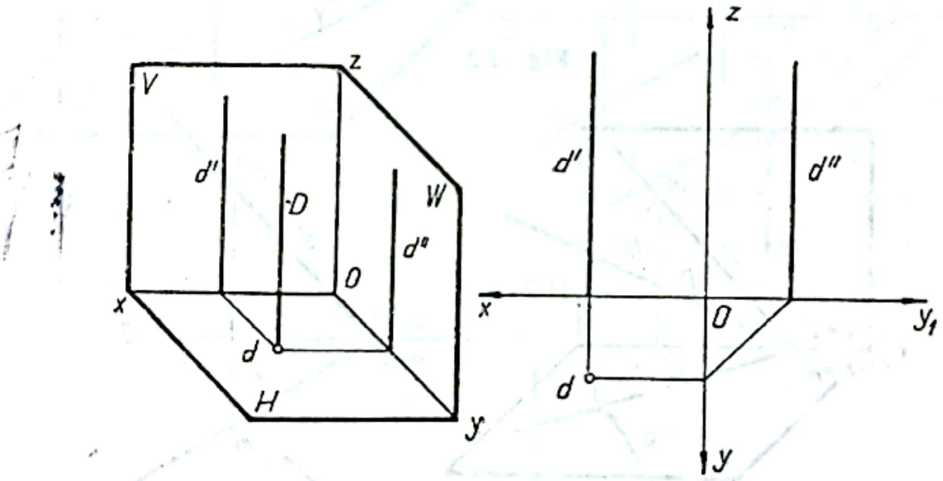


Fig. 2.6

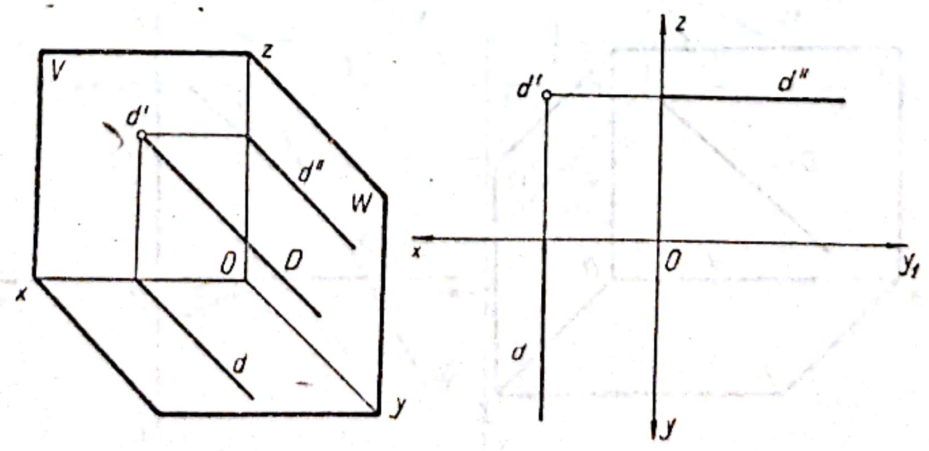


Fig. 2.7

Scanned with OKEN Scanner

Dreaptă fronto-orizontală sau paralelă cu axa Ox se numeşte dreapta care este perpendiculară pe planul lateral de proiecţie (fig. 2.8). Proiecţiile d şi d' sînt paralele cu axa Ox, iar proiecţia laterală d'' se transformă într-un punct.

Dreapta concurentă cu axa Ox are proiecţiile d şi d', concurente în acelaşi punct pe axa Ox, care corespunde şi cu urmele dreptei (fig. 2.9).

Dreptele conţinute în planele de proiecţie au proiecţiile de nume contrar situate pe axele de proiecţie. În figura 2.10 este reprezentată dreapta D conţinută pe planul vertical de proiecţie. Proiecţia orizontală d este situată pe axa Ox, iar proiecţia laterală d'' pe axa Oz.

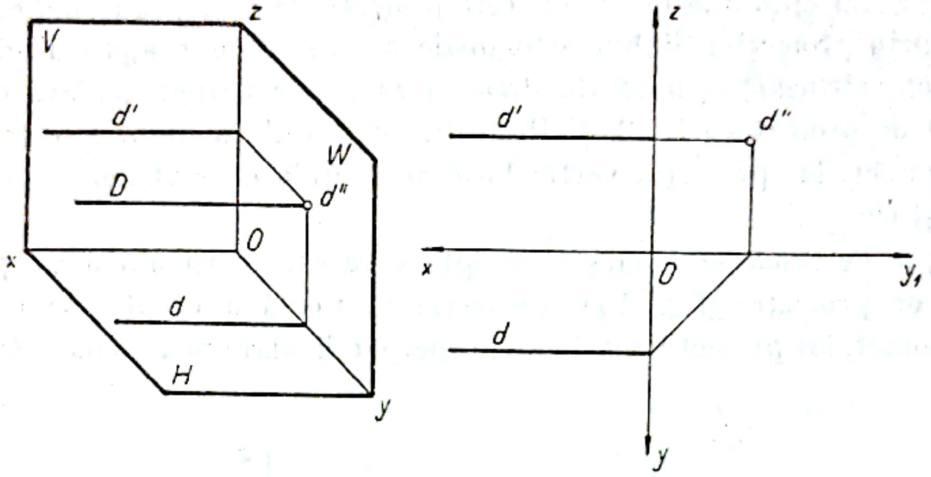


Fig. 2.8

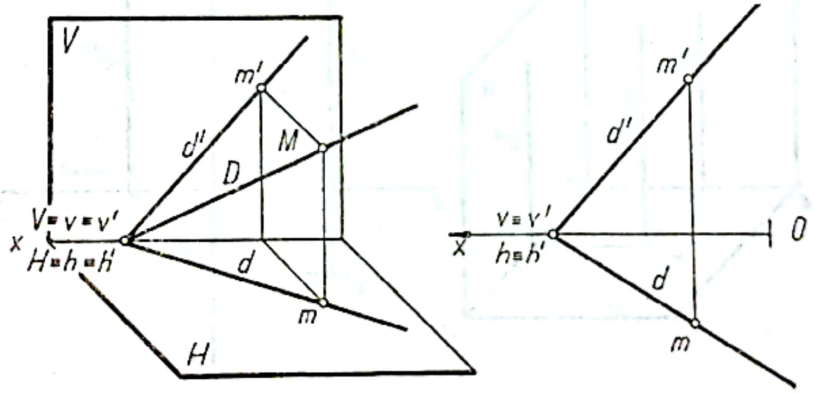


Fig. 2.9

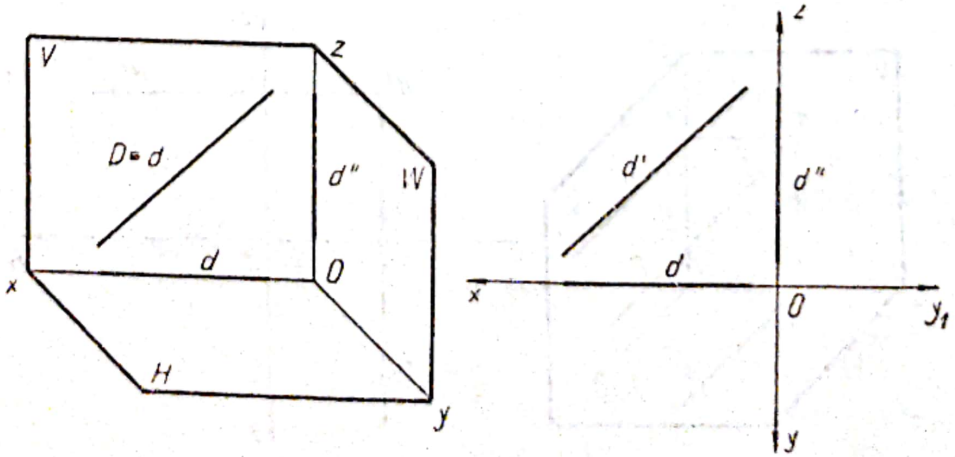


Fig. 2.10

Scanned with OKEN Scanner

2.3. POZIȚIILE RELATIVE A DOUĂ DREPTE

Drepte paralele. Două drepte paralele au proiecțiile de același nume, paralele între ele (fig. 2.11).

Se consideră dreptele paralele D și D_1, conținute de planele paralele P și P_1, perpendiculare pe planul H. Planele paralele P și P_1 se intersectează cu planul H, după două drepte paralele, deci proiecțiile d și d_1 sînt paralele între ele.

Două drepte paralele determină un plan și sînt conținute de un plan.

Drepte concurente. Două drepte concurente (fig. 2.12) au proiecțiile de același nume concurente, iar punctele de intersecție a proiecțiilor sînt situate pe aceeași linie de ordine.

Două drepte concurente determină un plan și sînt conținute de un plan.

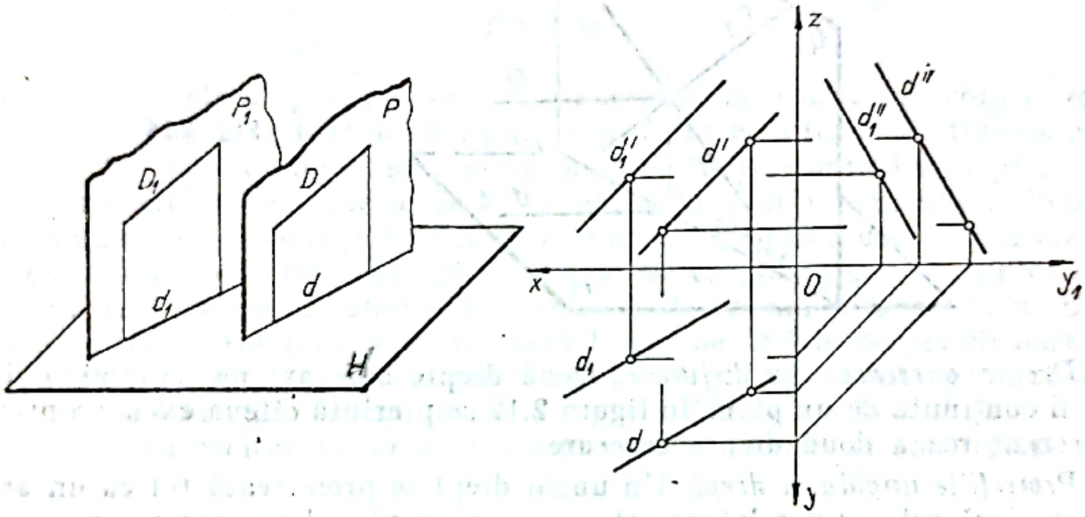


Fig. 2.11

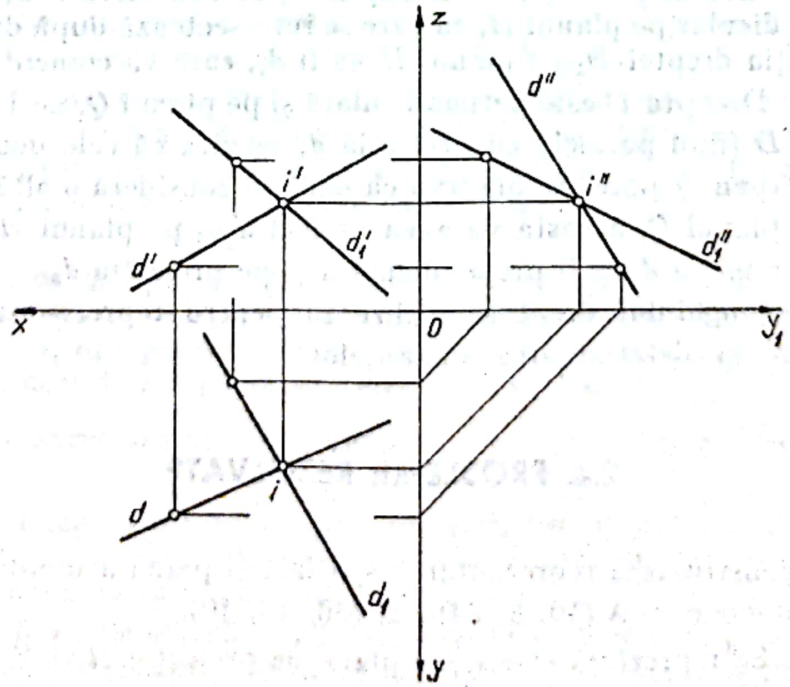


Fig. 2.12

Scanned with OKEN Scanner

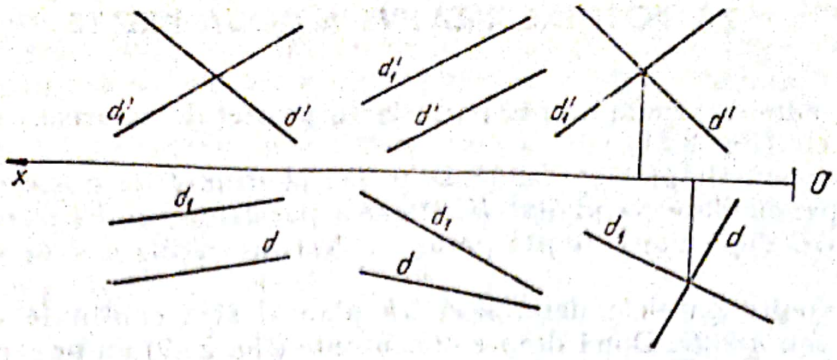


Fig. 2.13

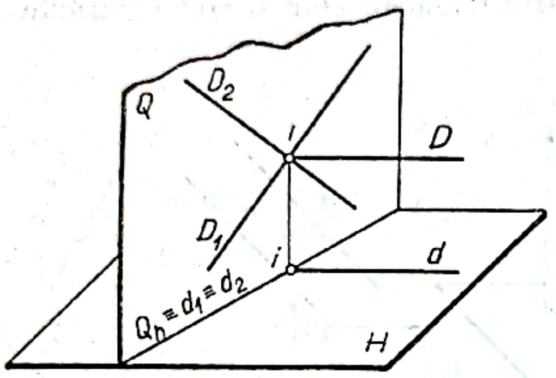


Fig. 2.14

Drepte oarecare sau disjuncte. Două drepte oarecare nu determină și nu pot fi conținute de un plan. În figura 2.12 se prezintă cîteva exemple privind reprezentarea a două drepte oarecare.

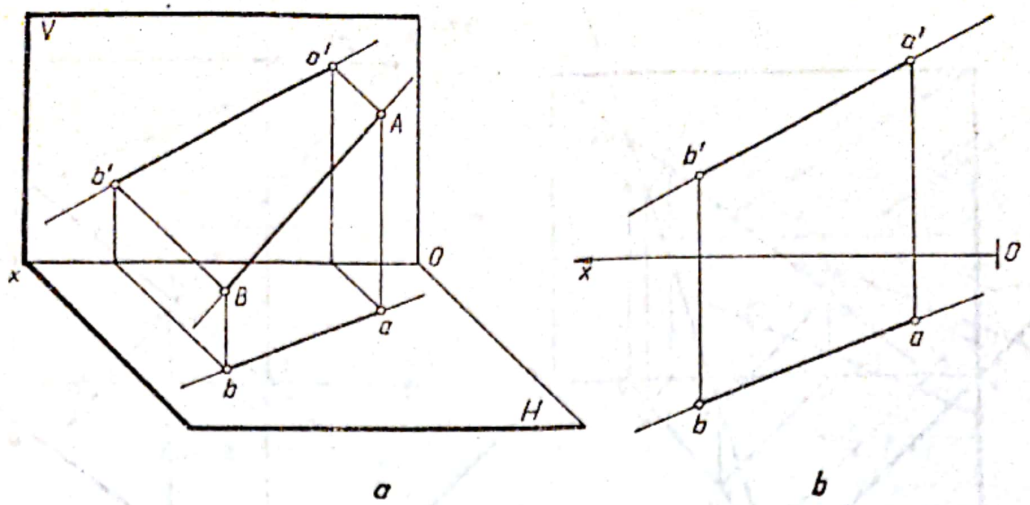
Proiecțiile unghiului drept. Un unghi drept se proiectează tot ca un unghi drept, dacă cel puțin o latură este paralelă cu planul pe care se proiectează (fig. 2.14). Se consideră două drepte perpendiculare D și D_1, dreapta D fiind paralelă cu planul de proiecție H. Dreapta D_1 se consideră conținută de planul Q, perpendicular pe planul H, cu care se intersectează după dreapta notată cu Q_h. Proiecția dreptei D_1 pe planul H va fi d_1, care va coincide cu dreapata $Q_h (Q_h \equiv d_1)$. Dreapta D este perpendiculară și pe planul Q, deci și pe dreapta Q_h. Dreapta D fiind paralelă cu proiecția d, rezultă că cele două proiecții d și d_1 vor fi perpendiculare. Se observă că dacă se consideră o altă dreaptă D_2, conținută de planul Q, aceasta va avea proiecția d_2 pe planul H, confundată cu Q_h, deci proiecția d va fi prependiculară și pe proiecția d_2.

Proiecțiile unghiului drept se utilizează pentru reprezentarea dreptelor perpendiculare și determinarea distanțelor.

2.4. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască reprezentarea spațială și plană a dreptei AB, determinată de punctele : A (10, 8, 24) ; B (36, 18, 10).

Rezolvare. Se reprezintă cele două plane de proiecție H și V (fig. 2.15, *a*). Se măsoară coordonatele punctului A, determinînd proiecția orizontală a,



a b

Fig. 2.15

proiecția verticală a' și imaginea A a punctului din spațiu. Se construiește, în mod asemănător, reprezentarea punctului B. Prin unirea proiecțiilor orizontale ale celor două puncte a și b, se obține proiecția orizontală a dreptei, prin unirea proiecțiilor verticale a' și b', se obține proiecția verticală a dreptei, iar prin unirea celor două puncte A și B, se obține imaginea dreptei din spațiu.

Pentru reprezentarea plană (fig. 2.15, *b*), se consideră axa Ox, pe care se măsoară, de la O spre x, abscisa punctului A de 10 mm și a punctului B de 36 mm. Prin aceste puncte se trasează liniile de ordine perpendiculare pe axa Ox, pe care se măsoară depărtările sub axa Ox și cotele deasupra axei Ox, determinînd proiecțiile orizontale a și b și proiecțiile verticale a' și b'.

Prin unirea proiecțiilor de același nume ale punctelor, se obțin proiecțiile dreptei.

2. Să se construiască urmele dreptei AB și să se stabilească diedrele prin care trece, dreapta fiind determinată de punctele : A (15, 5, 29) ; B (35, 20, 10).

Rezolvare. Se construiește reprezentarea în spațiu și plană a punctelor A și B (fig. 2.16), determinînd astfel proiecțiile dreptei.

Pentru determinarea urmei orizontale, se prelungește proiecția verticală $a'b'$ pînă intersectează axa Ox în punctul h'. Din acest punct, se trasează linia de ordine pînă intersectează proiecția orizontală în punctul h, care reprezintă urma orizontală a dreptei. În mod analog se determină urma verticală $V(v, v')$.

Segmentul de dreaptă cuprins între urme este situat în diedrul I, avînd urma verticală deasupra axei Ox, iar urma orizontală sub axa Ox. Dincolo de urma orizontală, dreapta trece în diedrul IV, iar dincolo de urma verticală în diedrul II, deci dreapta străbate diedrele IV, I și II.

3. Să se construiască urmele dreptei D și să se stabilească triedrele pe care le străbate.

Rezolvare. Dreapta fiind dată prin proiecțiile d, d' și d'', se determină cele trei urme : urma orizontală h, urma verticală v' și urma laterală w'', folosind construcțiile descrise în explicațiile precedente.

Analizînd pozițiile urmelor față de axele de proiecție, se stabilesc triedrele pe care le străbate dreapta. În cazul din figura 2.17, dreapta trece prin triedrele IV, I, V și VI.

Scanned with OKEN Scanner

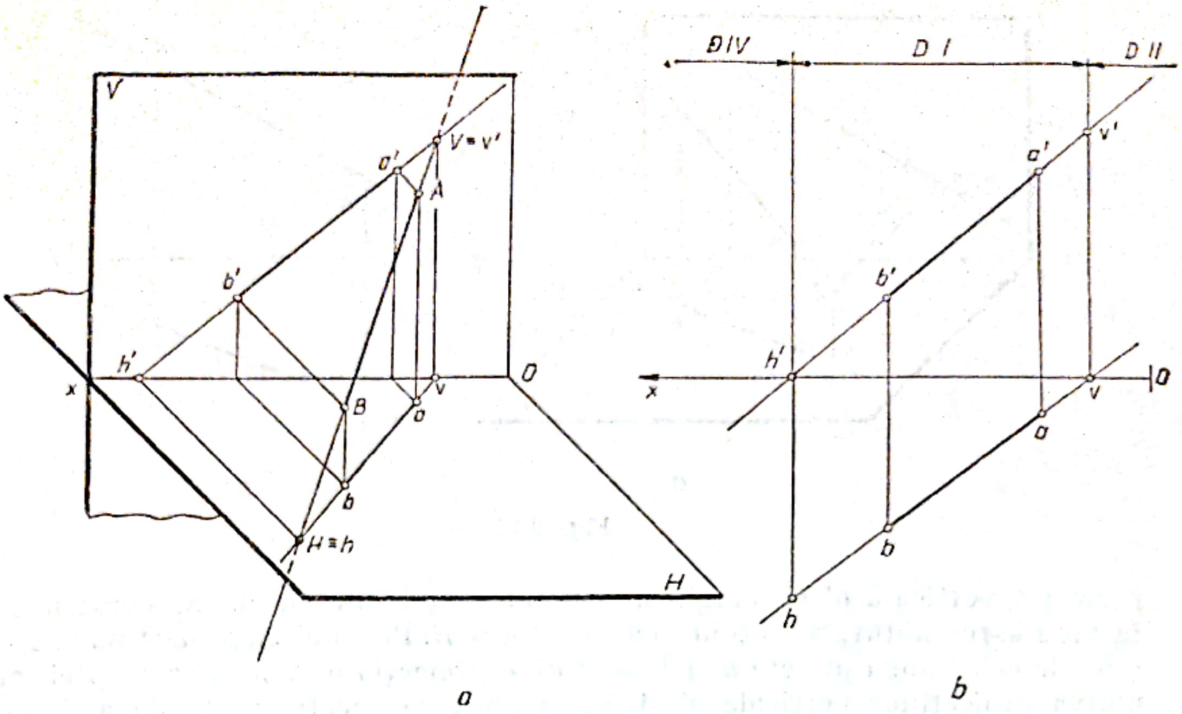


Fig. 2.16

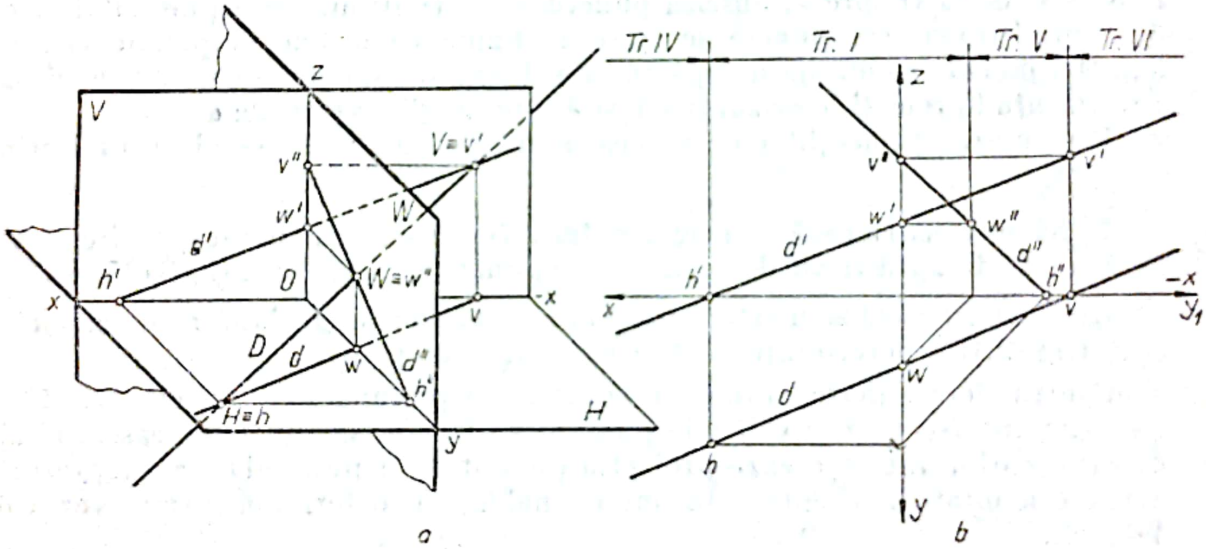


Fig. 2.17

④ Să se determine punctele de intersecţie dintre dreapta D (d, d') şi planele bisectoare.

Rezolvare. Punctele în care o dreaptă intersectează planele bisectoare au cotele egale cu depărtările, în valoare absolută.

Pentru a determina punctul de intersecţie dintre dreapta D şi planul bisectar B_1 (fig. 2.18), se construieşte o dreaptă simetrică cu proiecţia orizontală (sau cu proiecţia verticală) a dreptei. Din punctul m', în care simetrica intersectează proiecţia verticală d', se trasează linia de ordine şi se determină proiecţia orizontală m, pe proiecţia orizontală a dreptei. Punctul M (m, m'), reprezintă punctul în care dreapta intersectează planul bisectar B_1, avînd

Scanned with OKEN Scanner

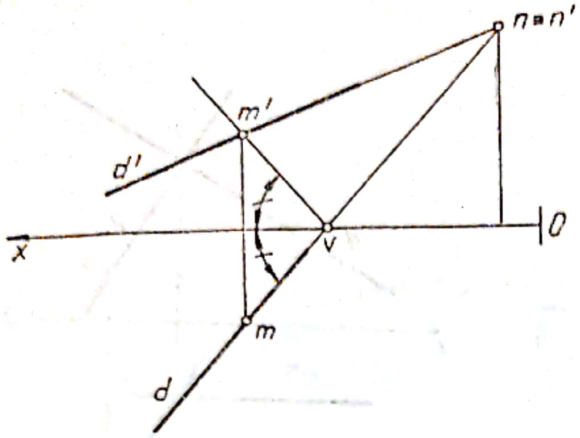


Fig. 2.18

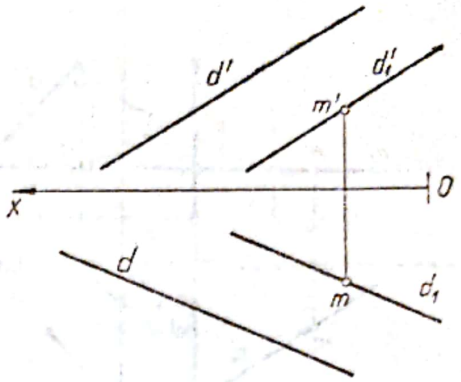


Fig. 2.19

cota egală cu depărtarea. Asemănător se determină punctul în care o dreaptă intersectează planul bisectar B_3.

Pentru a determina punctul de intersecție dintre o dreaptă și planul bisectar B_2 sau B_4, se prelungesc proiecțiile dreptei pînă se intersectează. Dreapta D (d, d') din figura 2.18 intersectează planul bisectar B_2 în punctul $N(n, n')$.

5. Să se construiască proiecțiile dreptei D_1, care trece prin punctul $M(m, m')$ și este paralelă cu dreapta dată D (d, d').

Rezolvare. Prin proiecția orizontală m (fig. 2.19), se trasează proiecția orizontală d_1, paralelă cu proiecția d, iar prin proiecția verticală m', proiecția verticală d'_1, paralelă cu d'. În figura 2.20, s-au reprezentat proiecțiile dreptei D_1, paralelă cu dreapta D (d, d'), care trece prin punctul M (m, m'), situat în diedrul III $(m \in d_1 \parallel d$ și $m' \in d'_1 \parallel d')$.

6. Să se construiască proiecțiile dreptei de nivel D_1, care trece prin punctul M (m, m') și este concurentă cu dreapta dată $D(d, d')$.

Rezolvare. Prin proiecția verticală m' se trasează proiecția verticală d'_1, paralelă cu axa Ox (fig. 2.21). La intersecția cu d' se determină proiecția verticală i', a punctului de concurență i dintre cele două drepte. Se trasează linia de ordine și se determină proiecția orizontală i. Proiecția orizontală d_1 a dreptei de nivel este determinată de punctele m și i. Pentru a determina proiecțiile

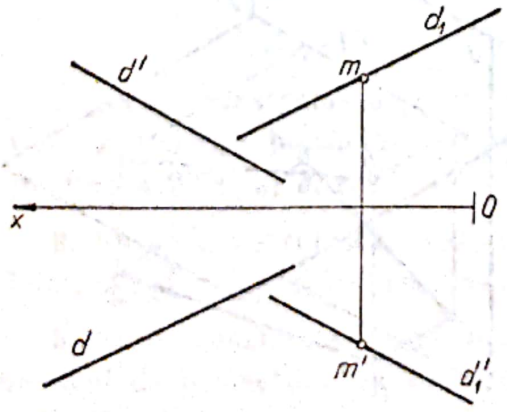


Fig. 2.20

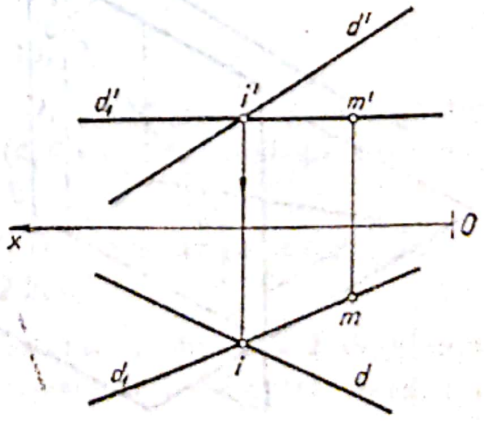


Fig. 2.21

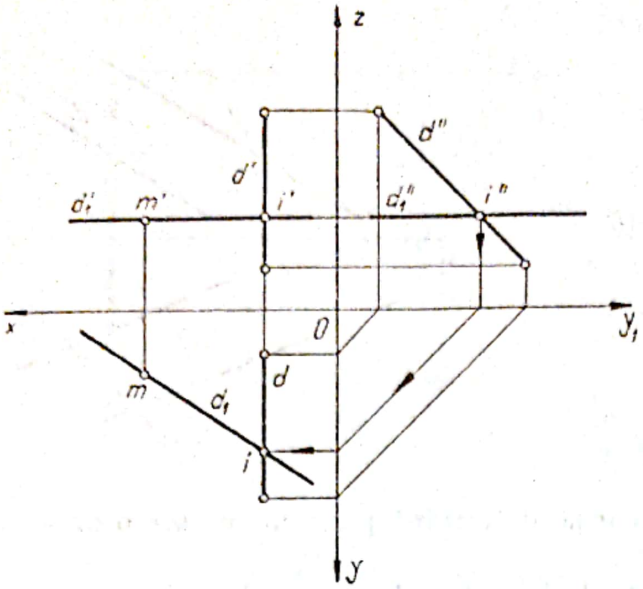


Fig. 2.22

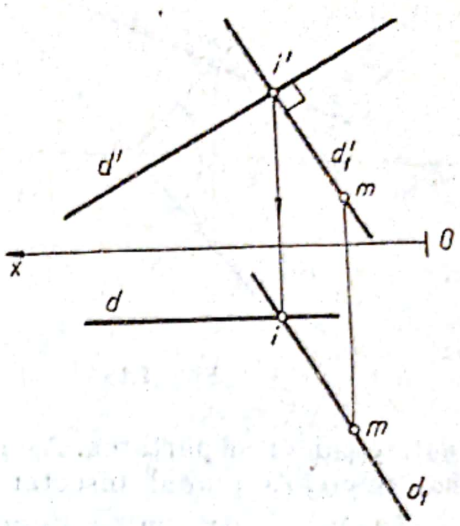


Fig. 2.23

unei drepte de nivel D_1 (fig. 2.22), care trece prin punctul M (m, m') și este concurentă cu o dreaptă de profil D (d, d', d''), se determină proiecția laterală i'', respectiv proiecțiile orizontale i și d_1.

7. Să se determine proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul $M(m, m')$ pe dreapta D (d, d').

Rezolvare. Dreapta D fiind frontală (fig. 2.23), perpendiculara se va proiecta, sub un unghi de 90°, pe planul vertical. Prin m' se trasează o perpendiculară pe d', determinînd proiecția verticală i' a punctului de concurență. Trasînd linia de ordine se determină proiecția orizontală i și d_1, a perpendicularei.

2.5. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască reprezentările plane ale dreptelor AB, după reprezentările axonometrice din figurile 2.24 și 2.25.

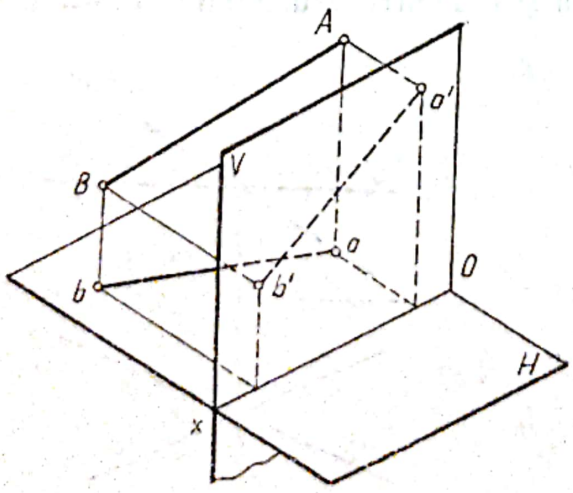


Fig. 2.24

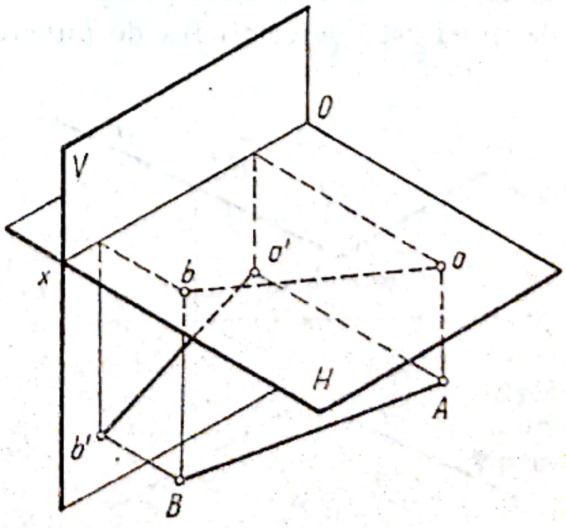


Fig. 2.25

Scanned with OKEN Scanner

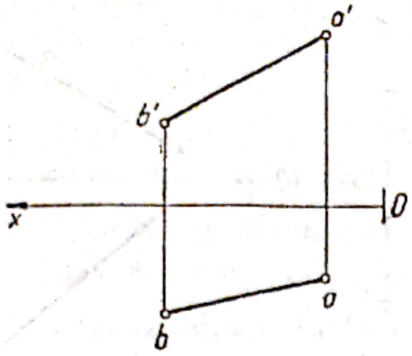


Fig. 2.26

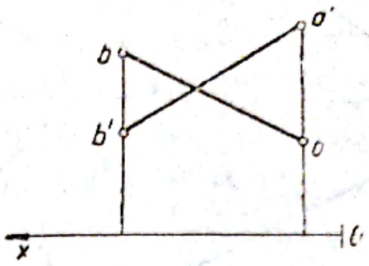


Fig. 2.27

2. Să se construiască reprezentarea spațială (axonometrică), a dreptelor AB, determinate prin reprezentările plane din figurile 2.26 și 2.27.

3. Să se construiască reprezentarea plană a dreptei AB și să se determine proiecțiile punctelor M, N și P, conținute de dreapta AB: A (40, 30, 27); B (40, 9, 15); M (20, Y, Z); N (X_1, 17, Z_1); P (X_2, Y_2, —10).

4. Să se determine urmele dreptelor AB și să se stabilească diedrele pe care le străbate fiecare dreaptă.

Construcțiile se vor executa separat, pentru fiecare dreaptă.

A (5, —8, 30) B (40, 26, 6);

A (10, 12, 30) B (45, —9, 37);

A (12, —32, 7) B (47, —6, —27);

A (10, 28, 10) B (50, 5, —25).

5. Să se determine punctele de intersecție dintre dreapta AB și planele bisectoare.

A (25, 8, 30) B (50, 13, 7).

6. Să se determine urmele dreptei AB pe cele trei plane de proiecție și să se stabilească triedrele pe care le străbate. Construcțiile se vor executa separat pentru fiecare dreaptă.

A (—20, 8, 23) B (15, 20, 10);

A (—55, 40, —8) B (40, —10, 38);

A(—15, —15, 32) B (38, 10, 9).

7. Să se construiască proiecțiile dreptei D_1, care trece prin punctul $M(m, m')$ și este paralelă cu dreapta dată D (d, d'), datele problemei fiind cele din figura 2.28, *a*, *b*, *c*.

8. Să se construiască proiecțiile dreptei D_1 care trece prin punctul $M(m, m')$ și este paralelă cu dreapta AB (fig. 2.29).

9. Să se construiască proiecțiile frontalei situate la distanța *1* de planul vertical de proiecție (fig. 2.30), care să se intersecteze cu dreptele D (d, d') și D_1 (d_1, d_1').

Scanned with OKEN Scanner

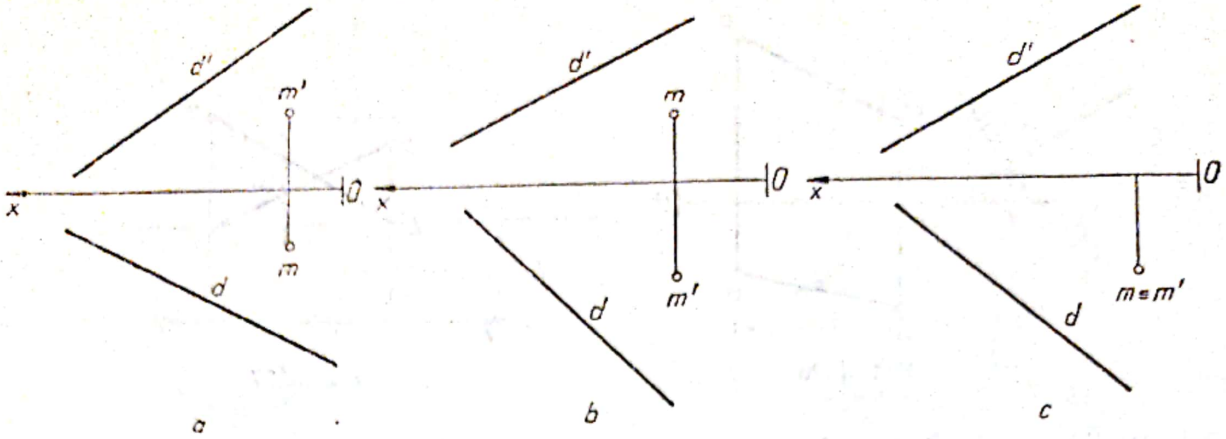


Fig. 2.28

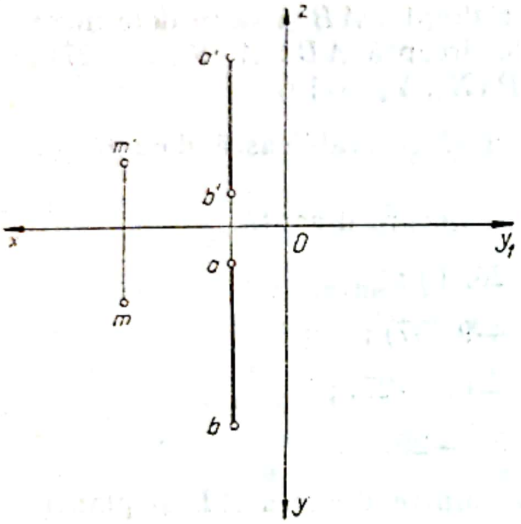


Fig. 2.29

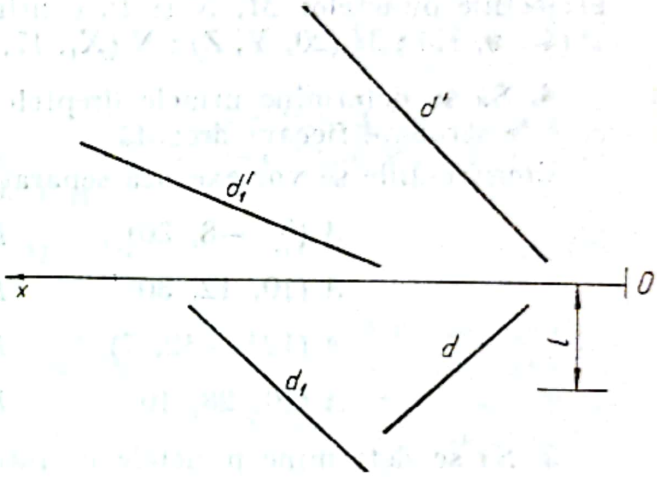


Fig. 2.30

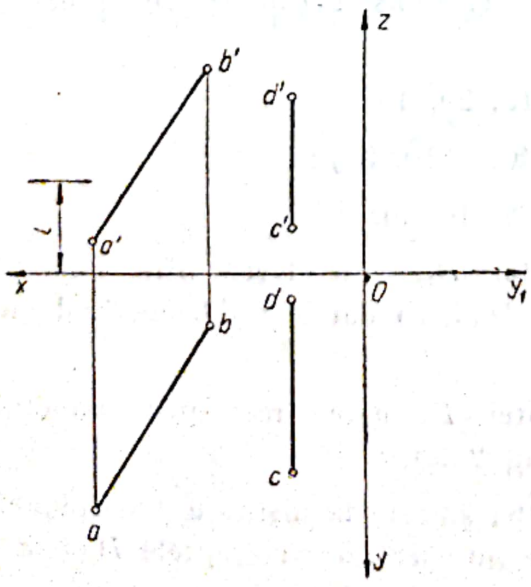


Fig. 2.31

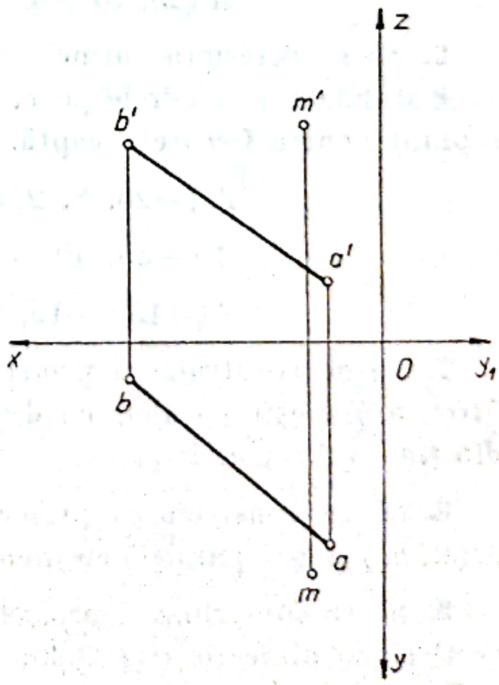


Fig. 2.32

Scanned with OKEN Scanner

10. Să se construiască proiecțiile dreptei de nivel situate la distanța *1* de planul orizontal de proiecție (fig. 2.31), care să fie concurentă cu dreptele AB $(ab,\ a'b')$ și CD $(cd,\ c'd')$.

11. Să se construiască proiecțiile dreptei care trece prin punctul M $(m,\ m')$ și este concurentă cu dreapta AB $(ab,\ a'b')$ și cu axa Ox (fig. 2.32).

12. Să se construiască proiecțiile dreptei care trece prin punctul M $(m,\ m')$, (fig. 2.33), și este concurentă cu dreptele AB $(ab,\ a'b')$ și D $(d,\ d')$.

13. Să se construiască proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul M $(m,\ m')$ pe dreapta AB $(ab,\ a'b')$. În figura 2.34 $AB \parallel H$, iar în figura 2.35 $AB \parallel W$.

14. Să se completeze proiecția verticală a figurii plane $ABCDE$, reprezentată în figura 2.36.

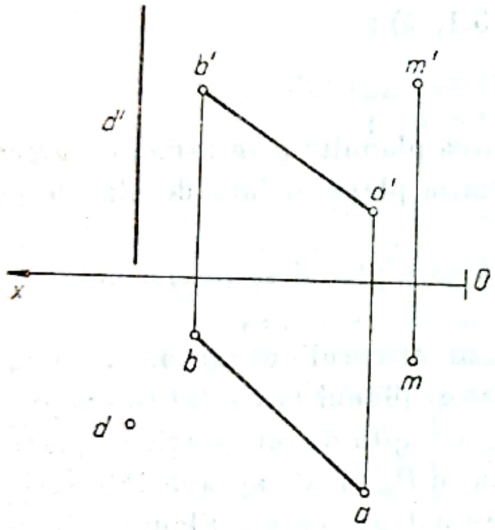


Fig. 2.33

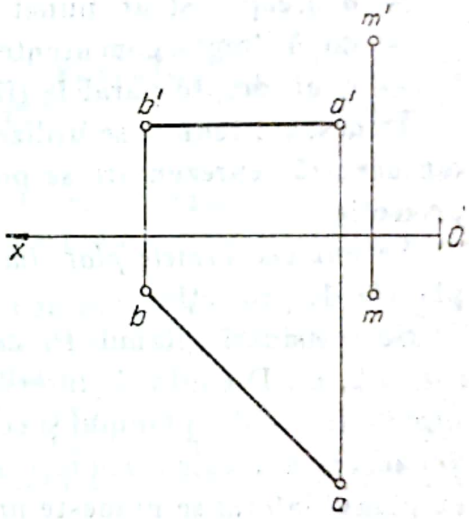


Fig. 2.34

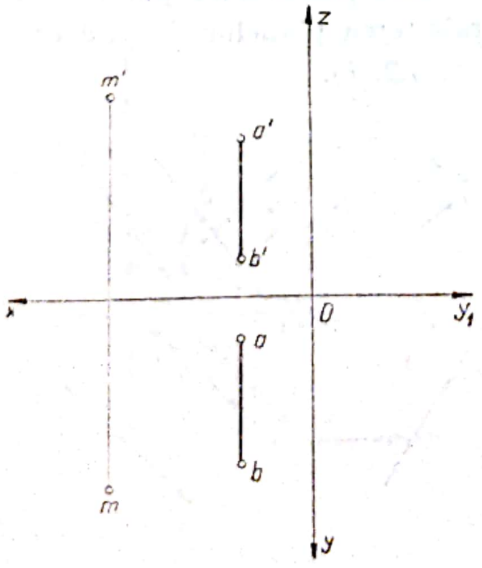


Fig. 2.35

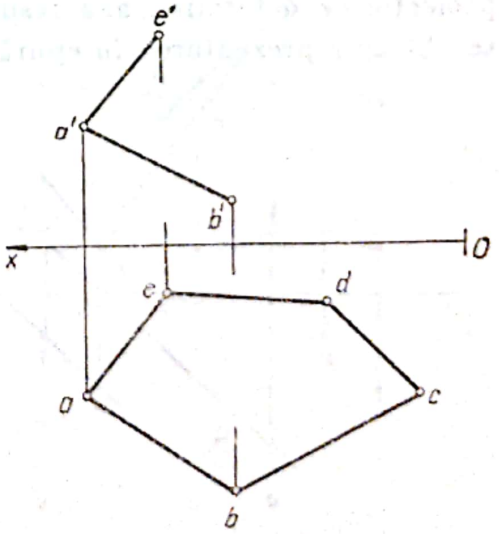


Fig. 2.36

3

PLANUL

3.1. REPREZENTAREA PLANULUI

Un plan poate fi reprezentat prin proiecţiile elementelor geometrice care îl determină :

— trei puncte necoliniare (fig. 3.1, *a*) ;
— o dreaptă şi un punct exterior (fig. 3.1, *b*) ;
— două drepte concurente (fig. 3.1, *c*) ;
— două drepte paralele (fig. 2.1, *d*).

În desenul tehnic, se utilizează reprezentarea planului prin urme, deoarece din această reprezentare se poate deduce poziţia planului faţă de planele de proiecţie.

Se numesc *urmele planului*, dreptele după care planul se intersectează cu planele de proiecţie.

Se consideră planul P, care intersectează triedrul de proiecţie $Oxyz$ (fig. 3.2, *a*). Dreapta de intersecţie dintre plan şi planul orizontal se numeşte *urma orizontală* a planului şi se notează cu P_h, dreaptă de intersecţie cu planul vertical se numeşte *urma verticală* şi se notează cu P_v, iar dreapta de intersecţie cu planul lateral se numeşte *urma laterală* şi se notează cu P_w. Planul P intersectează axele de proiecţie în punctele notate cu P_x, P_y şi P_z, care reprezintă punctele de concurenţă între urmele planului, corespunzătoare planelor de proiecţie ce determină axa respectivă. Prin rabaterea planelor de proiecţie, se obţine reprezentarea în epură a planului (fig. 3.2, *b*).

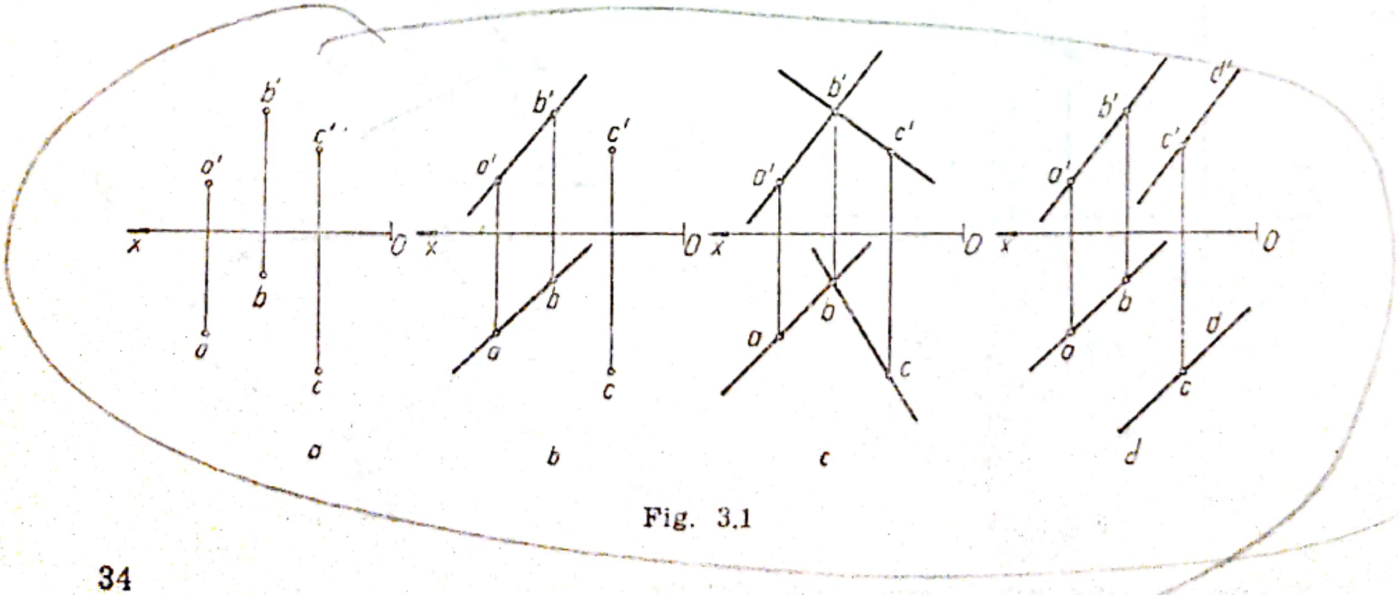


Fig. 3.1

Scanned with OKEN Scanner

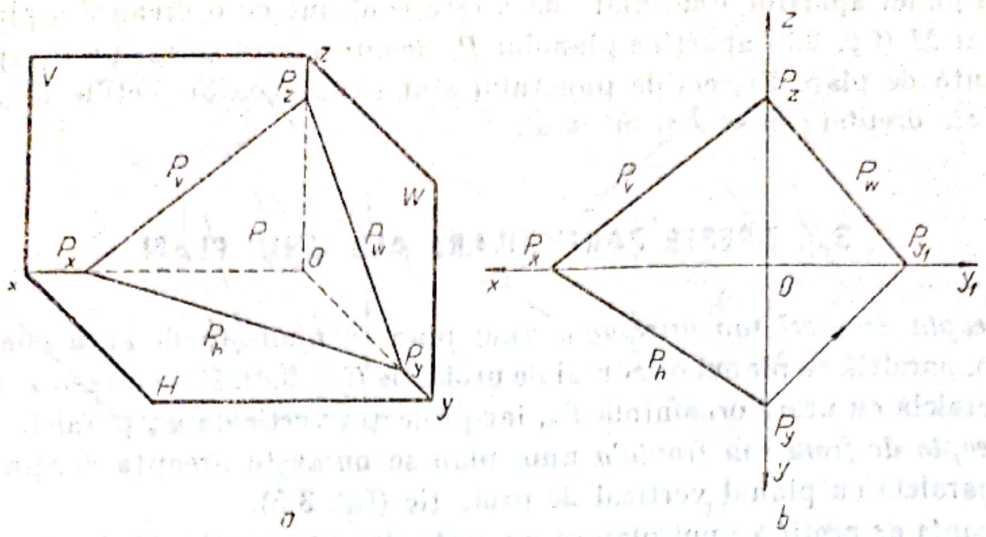


Fig. 3.2

3.2. REPREZENTAREA DREPTEI ȘI PUNCTULUI CONȚINUTE DE UN PLAN

O dreaptă este conținută de un plan în următoarele cazuri :

— dacă un punct al dreptei este conținut de plan și este paralelă cu o dreaptă ce aparține planului ;

— dacă două puncte ce aparțin dreptei sînt conținute de plan ;

— dacă urmele dreptei sînt situate pe urmele de același nume ale planului (în cazul cînd se utilizează reprezentarea planului prin urme).

În figura 3.3, *a* și *b* se arată reprezentarea dreptei D conținute de planul P. Urma orizontală a dreptei ($H = h$) este conținută de urma orizontală P_h, iar urma verticală a dreptei ($V = v'$) este situată pe urma verticală P_v a planului.

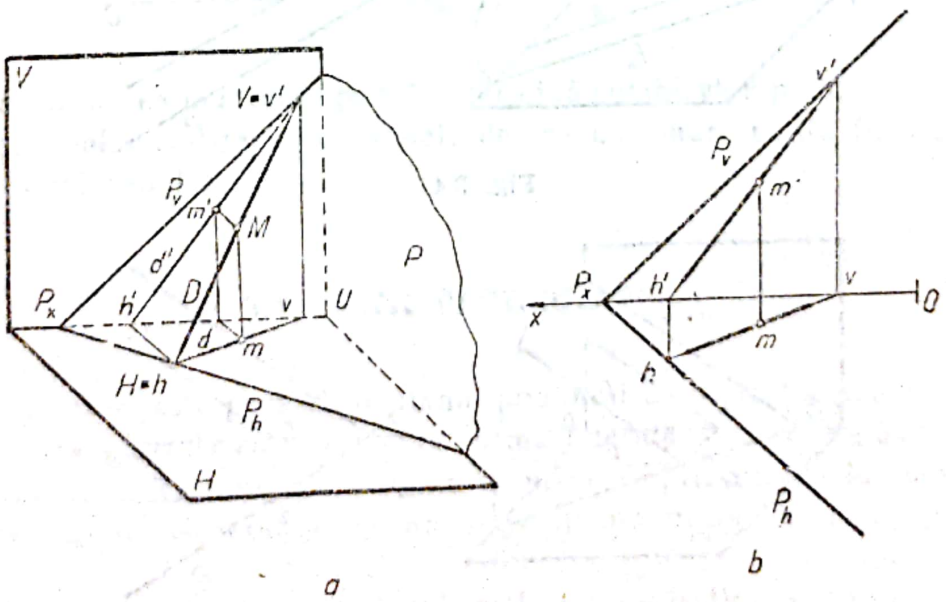


Fig. 3.3

Un punct aparţine unui plan, dacă este conţinut de o dreaptă a planului. Punctul M (fig. 3.3) aparţine planului P, deoarece este situat pe dreapta D, conţinută de plan. Proiecţiile punctului sînt situate de proiecţiile de acelaşi nume ale dreptei ; $m \in d$ şi $m' \in d'$.

3.3. DREPTE PARTICULARE ALE UNUI PLAN

Dreapta de nivel sau orizontala unui plan se numeşte dreapta conţinută de plan, paralelă cu planul orizontal de proiecţie (fig. 3.4). Proiecţia orizontală d este paralelă cu urma orizontală P_h, iar proiecţia verticală d', paralelă cu Ox.

Dreapta de front sau frontala unui plan se numeşte dreapta conţinută de plan, paralelă cu planul vertical de proiecţie (fig. 3.5).

Dreapta de profil a unui plan se numeşte dreapta conţinută de plan, paralelă cu planul lateral (fig. 3.6).

Linia de cea mai mare pantă a unui plan, în raport cu planul orizontal de proiecţie, se numeşte dreapta conţinută de plan, perpendiculară pe urma orizontală şi pe dreptele de nivel ale planului (fig. 3.7). Conform teoremei celor trei perpendiculare, proiecţia orizontală a liniei de cea mai mare pantă faţă de planul orizontal este perpendiculară pe urma orizontală a planului.

Linia de cea mai mare pantă redă valoarea unghiului diedru format de plan cu planul respectiv de proiecţie (în fig. 3.7 unghiul format de plan cu planul orizontal).

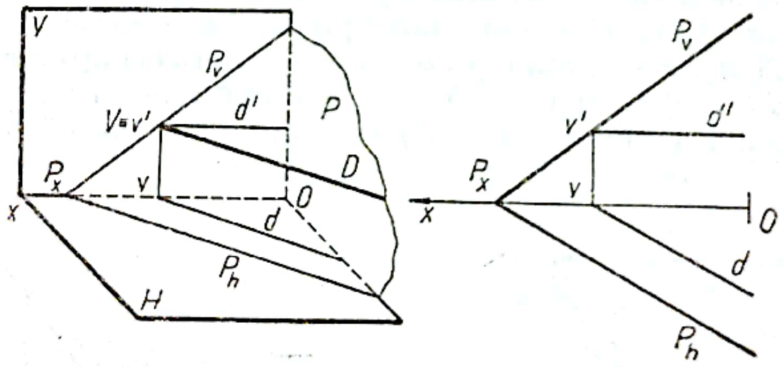


Fig. 3.4.

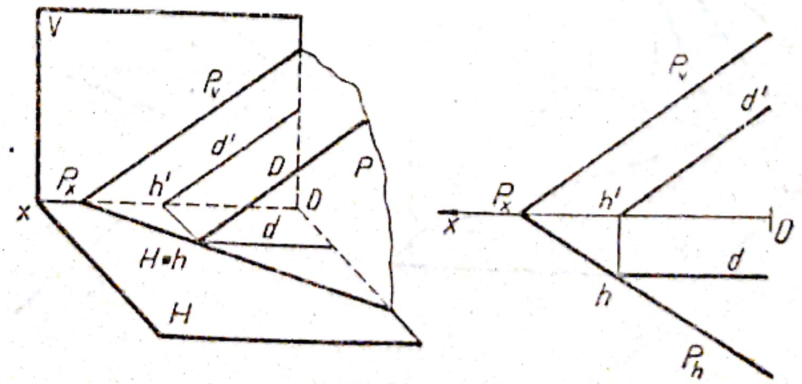


Fig. 3.5

Scanned with OKEN Scanner

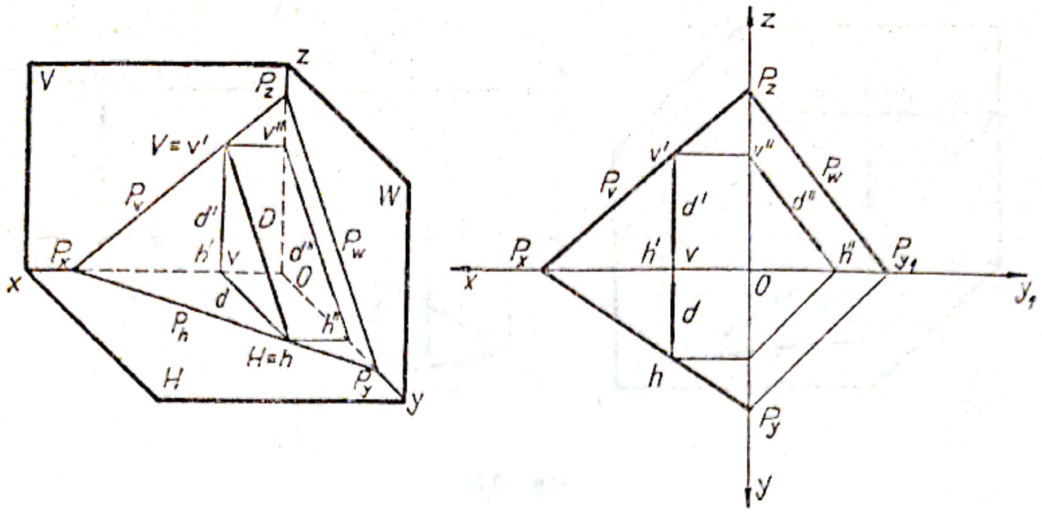
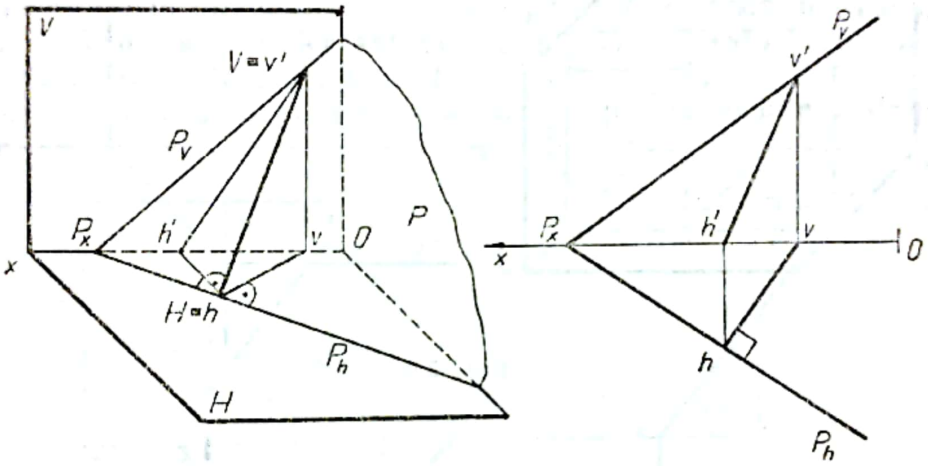


Fig. 3.6



d ∥ P_h
d' ∥ Ox

Fig. 3.7

O dreaptă de cea mai mare pantă determină complet un plan.

În mod analog se prezintă dreptele de cea mai mare pantă în raport cu planul vertical sau lateral.

3.4. PLANE PARTICULARE

Planul de nivel este paralel cu planul orizontal de proiecţie (fig. 3.8). Are urma verticală paralelă cu axa *Ox*, iar urma laterală paralelă cu axa *Oy*. O figură geometrică conţinută de un plan de nivel se proiectează în adevărata mărime pe planul orizontal şi ca un segment pe urma verticală şi laterală.

Planul de front este paralel cu planul vertical de proiecţie (fig. 3.9).

Planul de profil este paralel cu planul lateral de proiecţie (fig. 3.10).

Scanned with OKEN Scanner

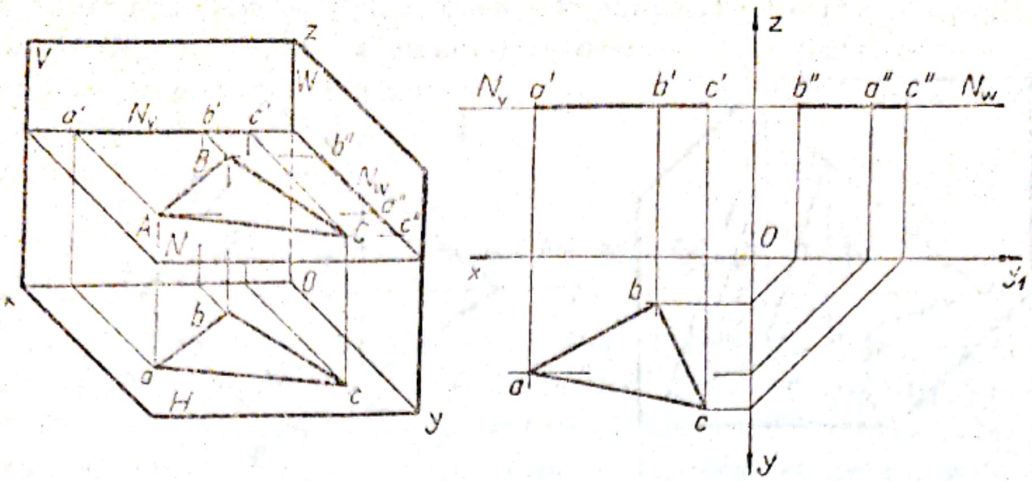


Fig. 3.8

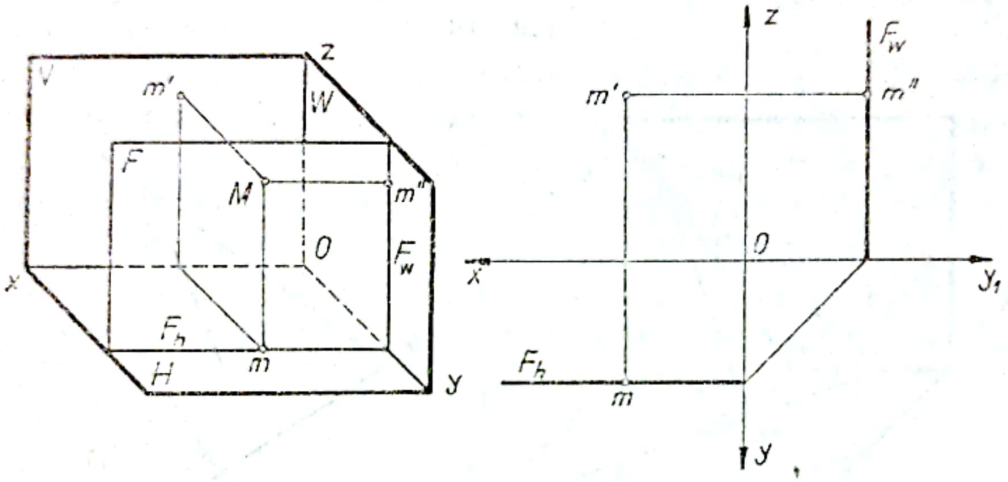


Fig. 3.9

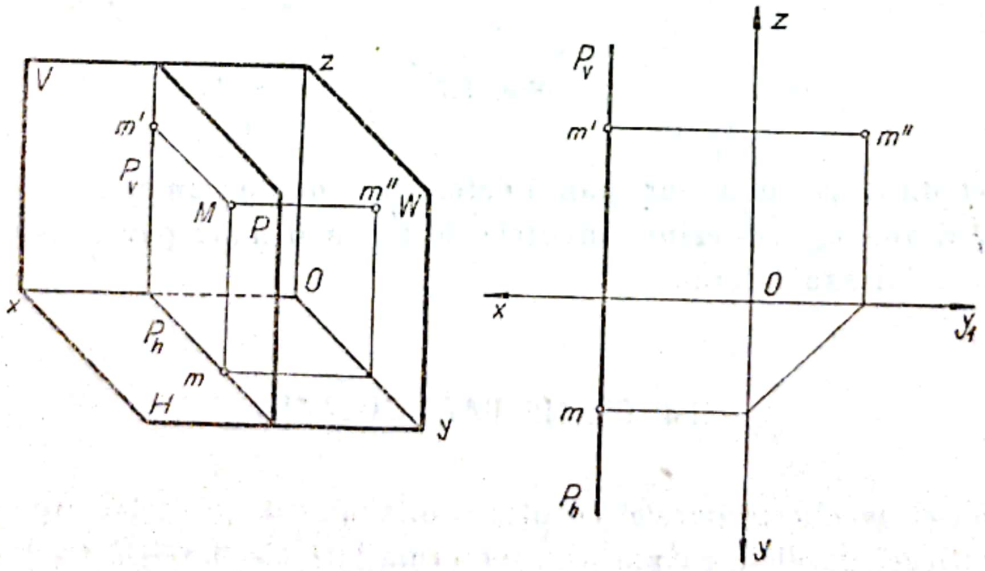


Fig. 3.10

Planul vertical sau proiectant pe planul orizontal este perpendicular pe planul orizontal de proiecţie (fig. 3.11). Urma verticală P_v este perpendiculară pe axa Ox, iar urma laterală P_w, perpendiculară pe axa Oy. Unghiurile diedre formate de plan cu planele de proiecţie se proiectează în adevărată mărime

Scanned with OKEN Scanner

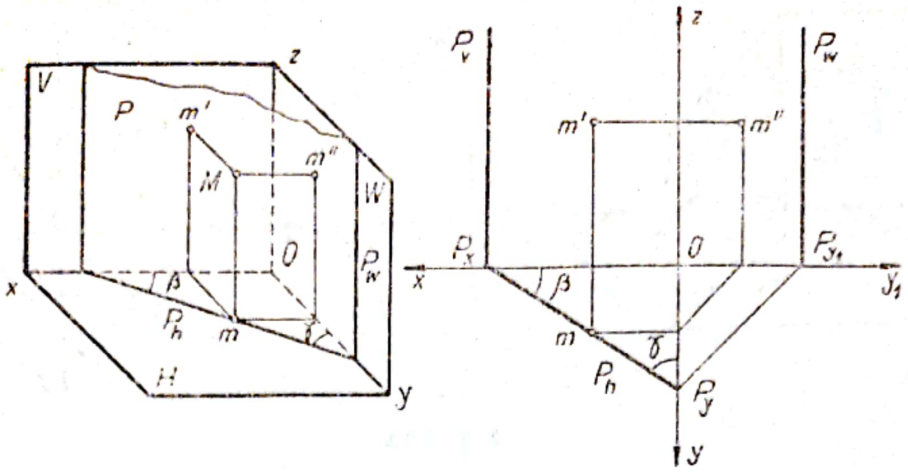


Fig. 3.11

pe planul orizontal, fiind egale cu unghiurile formate de urma orizontală cu axele *Ox* și *Oy*.

Un punct *M* (*m*, *m'*, *m''*), conținut de planul *P*, proiectant pe planul orizontal, are proiecția orizontală *m*, situată pe urma orizontală P_h a planului.

Planul de capăt sau proiectant pe planul vertical este perpendicular pe planul vertical de proiecție (fig. 3.12).

Planul paralel cu axa Ox este perpendicular pe planul lateral de proiecție (fig. 3.13),

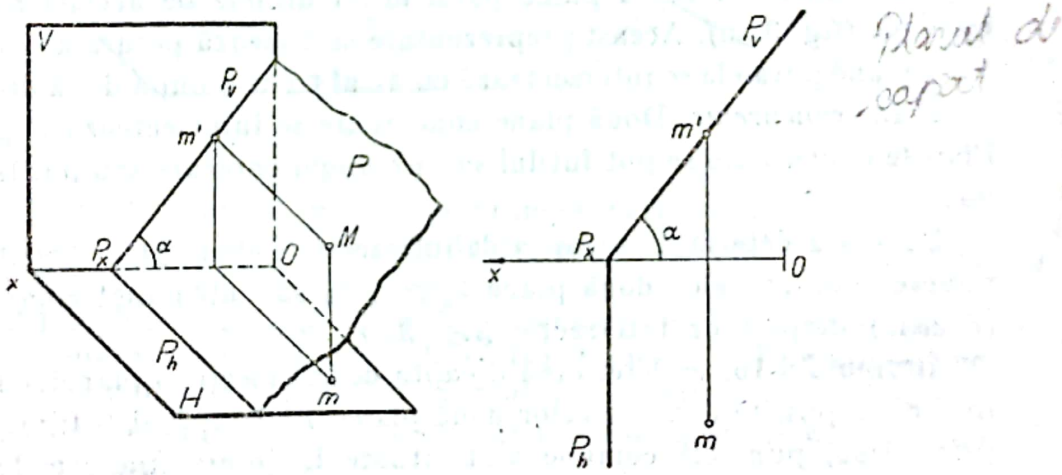


Fig. 3.12

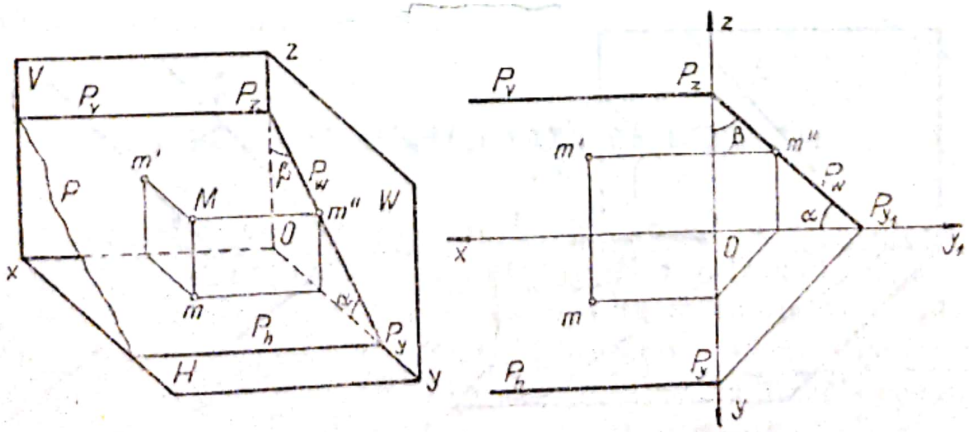


Fig. 3.13

Scanned with OKEN Scanner

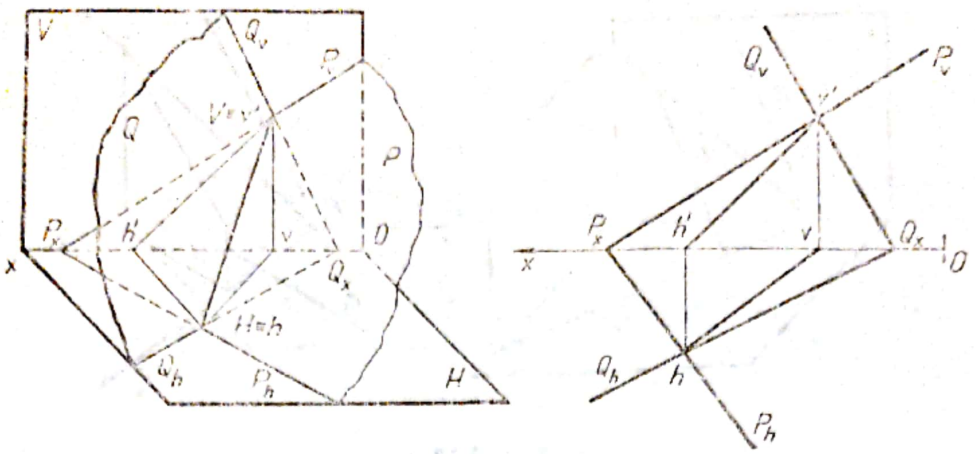


Fig. 3.16

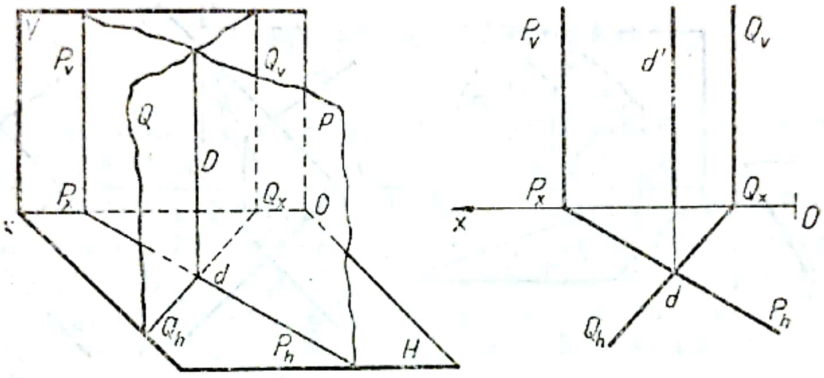


Fig. 3.17

punct comun H (h, h'), iar la intersecția urmelor verticale ale planelor al doilea punct comun V (v, v'). Pentru dreapta de intersecție a celor două plane, punctele H și V reprezintă urmele dreptei.

În figura 3.17, planele P și Q sînt perpendiculare pe planul orizontal de proiecție, deci și dreapta lor de intersecție va fi perpendiculară pe planul orizontal. La intersecția urmelor orizontale ale planelor, rezultă un punct comun, care corespunde cu urma orizontală și cu proiecția orizontală a dreptei, dreapta de intersecție fiind o verticală.

Plane perpendiculare. Un plan este perpendicular pe alt plan, dacă conține o dreaptă perpendiculară pe acel plan.

3.6. POZIȚIILE DREPTEI FAȚĂ DE UN PLAN

Dreapta paralelă cu un plan. O dreaptă este paralelă cu un plan, dacă este paralelă cu o dreaptă conținută de acel plan (fig. 3.18). Dreapta D_1 este paralelă cu planul P, deoarece este paralelă cu dreapta D, conținută de planul P.

Dreaptă concurentă cu un plan. Pentru a determina punctul de intersecție dintre dreapta D și planul P (fig. 3.19), se execută următoarele construcții :

— se duce prin dreapta D un plan auxiliar Q, $D \in [Q]$;

Scanned with OKEN Scanner

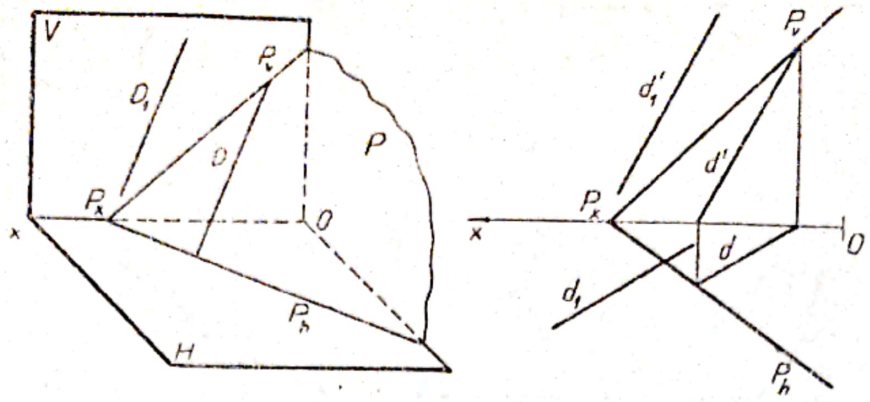


Fig. 3.18

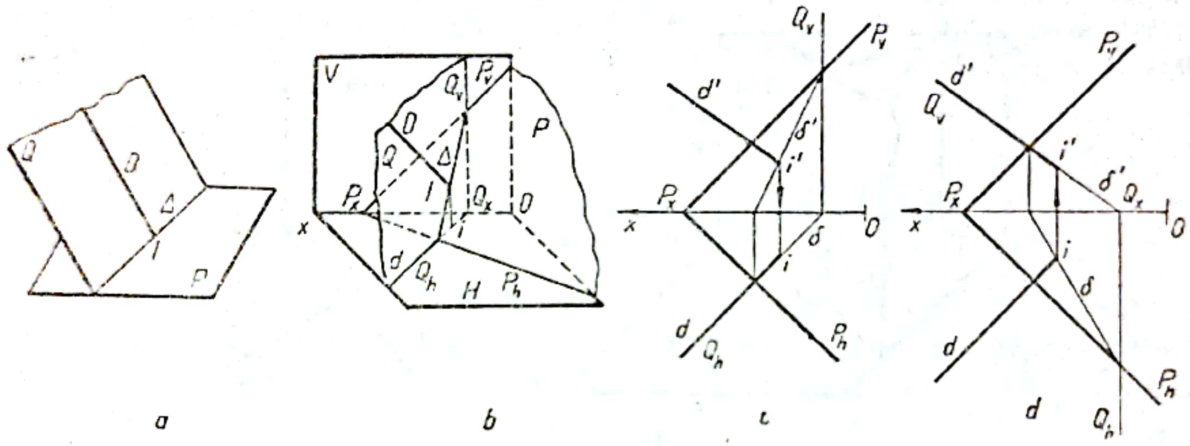


Fig. 3.19

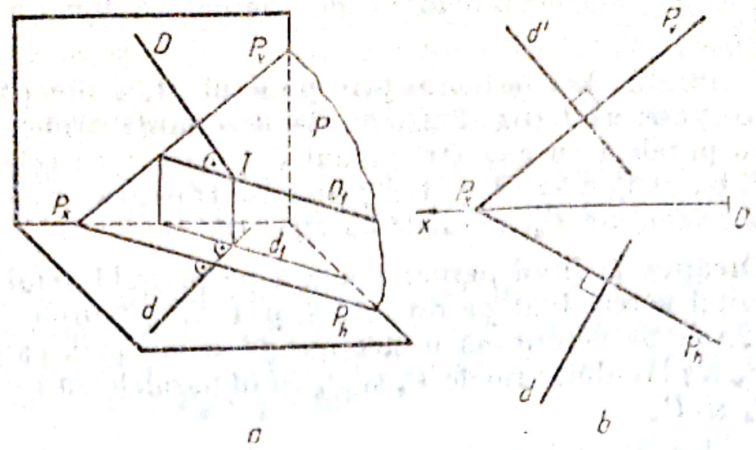
— se determină dreapta de intersecţie Δ, dintre cele două plane P şi Q, $[P] \cap [Q] = \overline{\Delta}$;

— se stabileşte punctul de intersecţie I, dintre dreapta dată D şi dreapta de intersecţie Δ, care reprezintă punctul de intersecţie dintre dreaptă şi plan, $\overline{D} \cap \overline{\Delta} = I = \overline{D} \cap [P]$.

În exemplul din figura 3.19, *b* şi 3.19, *c*, s-a utilizat ca plan auxiliar care conţine dreapta D, un plan vertical, iar în figura 3.19, *d*, un plan de capăt.

Dreaptă perpendiculară pe un plan. O dreaptă perpendiculară pe un plan are proiecţiile perpendiculare pe urmele de acelaşi nume ale planului. Se consideră dreapta D, perpendiculară pe planul P, pe care-l intersectează în punctul I (fig. 3.20). Prin punctul de intersecţie I, se consideră D_1, ca dreaptă de nivel a planului. Dreapta D va fi perpendiculară şi pe dreapta D_1. Conform teoremei unghiului drept, cele două drepte vor avea proiecţiile orizontale d şi d_1, perpendiculare între ele. Proiecţia orizontală d_1 fiind paralelă cu urma orizontală a planului, rezultă că proiecţia orizontală d va fi perpendiculară pe urma orizontală P_h, a planului. Dacă prin punctul I se consideră şi o frontală a planului, rezultă că proiecţia verticală d' va fi perpendiculară pe urma verticală P_v (fig. 3.20, *b*).

Scanned with OKEN Scanner



a b

Fig. 3.20

3.7. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască urmele planului P, determinat de trei puncte necoliniare ABC (fig. 3.21, *a*).

Rezolvare. Soluția 1. Prin cele trei puncte, se consideră două drepte concurente AB (ab, $a'b'$) și BC (bc, $b'c'$) (fig. 3.21, *b*). Se determină urmele dreptelor $H(h, h')$, V (v, v') și H_1 (h_1, h_1'). Prin unirea urmelor de același nume ale dreptelor, se obțin urmele planului ; h unit cu h_1 dă urma orizontală P_h, iar v' unit cu v_1' dă urma verticală P_v. Cele două urme trebuie să fie concurente în același punct P_x, situat pe axa Ox.

Soluția 2. Prin cele trei puncte, se consideră două drepte paralele (fig. 3.21, *c*), una dintre drepte fiind determinată de punctele A și B, iar a doua, trecînd prin punctul C și fiind paralelă cu dreapta AB. Se determină urmele orizontale ale dreptelor h și h_1 prin care trece urma orizontală P_h și rezultă punctul P_x. Prin unirea punctului P_x cu urma verticală v', se obține urma verticală P_v a planului.

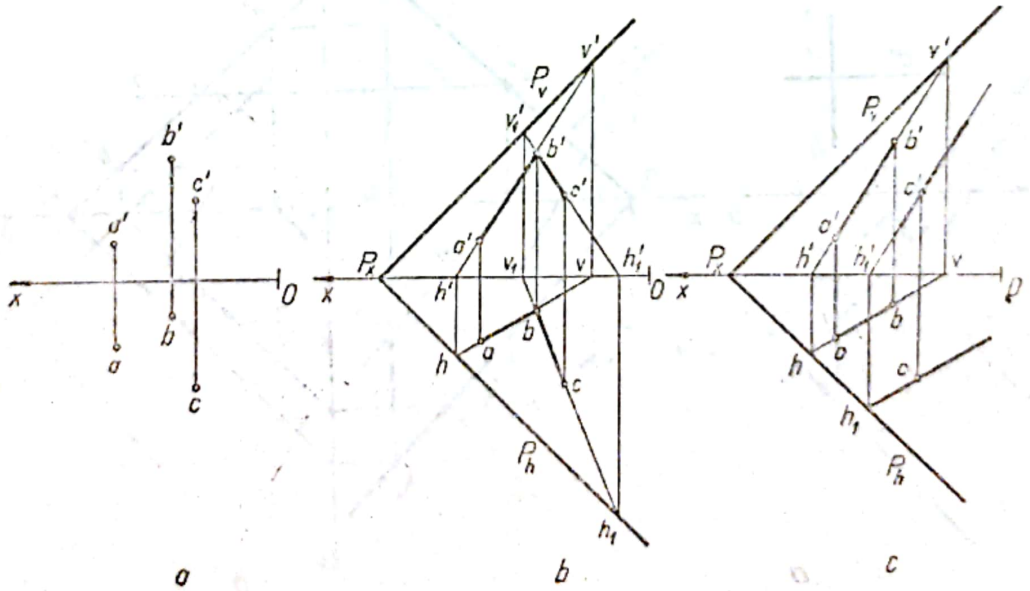


Fig. 3.21

2. Să se construiască urmele planului determinat de dreapta D și punctul M (fig. 3.22, *a*).

Rezolvare. Soluția 1. Se consideră, prin punctul M, o dreaptă concurentă cu dreapta D în punctul I (fig. 3.22, *b*). Se determină urmele dreptei MI. Dreapta D fiind paralelă cu axa Ox, planul determinat de cele două drepte concurente va fi paralel cu axa Ox, deci prin v' se trasează urma verticală P_v, iar prin h urma orizontală P_h, paralele cu axa Ox.

Soluția 2. Dreapta D fiind perpendiculară pe planul lateral de proiecție, rezultă că și planul determinat de dreaptă și punct va fi proiectant pe planul lateral (fig. 3.22, *c*). Se determină proiecțiile d'' și m'' prin care se trasează urma laterală P_w a planului, urmele P_v și P_h fiind paralele cu axa Ox, trasate din punctele P_z și P_y.

3. Să se construiască urmele planului P, determinat de dreptele concurente D și AB (fig. 3.23, *a*).

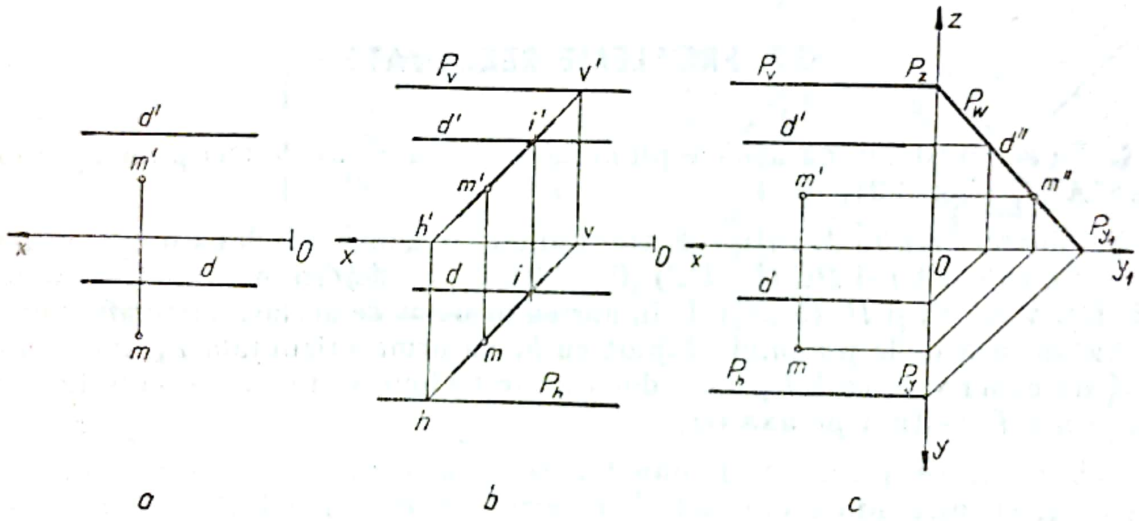


Fig. 3.22

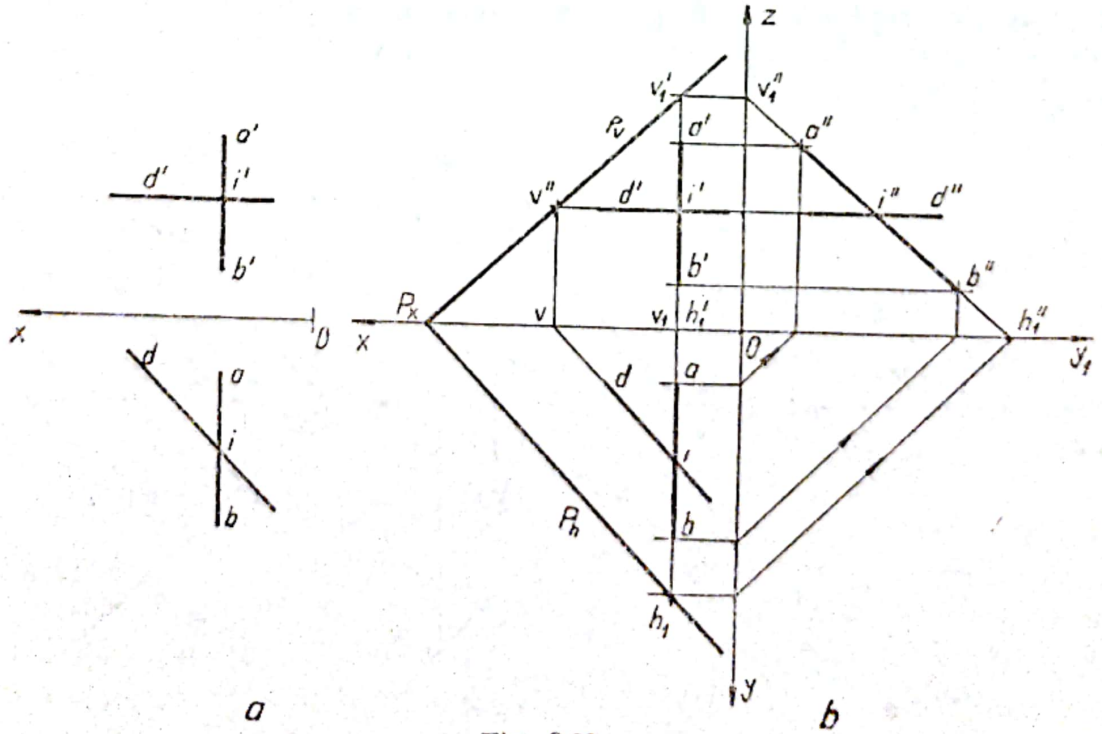


Fig. 3.23

Rezolvare. Se determină urmele dreptelor, iar prin unirea urmelor de acelaşi nume ale dreptelor, se obţin urmele planului (fig. 3.23, *b*). Pentru determinarea urmelor dreptei de profil AB, se utilizează planul lateral. Urma orizontală a planului va fi paralelă cu proiecţia orizontală d, a dreptei de nivel D.

4. Să se construiască urmele planului P, determinat de dreapta D, ca fiind linie de cea mai mare pantă în raport cu planul vertical de proiecţie (fig. 3.24, *a*).

Rezolvare. Se determină urmele dreptei D (fig. 3.24, *b*). Prin urma verticală v', se trasează urma verticală P_v a planului, perpendiculară pe proiecţia verticală d' a dreptei. Se uneşte punctul P_x cu urma orizontală h a dreptei şi se obţine urma orizontală P_h a planului.

5. Să se construiască proiecţia orizontală a dreptei AB conţinute de planul P (fig. 3.25, *a*).

Rezolvare. Soluţia 1. Dreapta AB fiind conţinută de planul P, va avea urmele situate pe urmele de acelaşi nume ale planului (fig. 3.25, *b*). La inter-

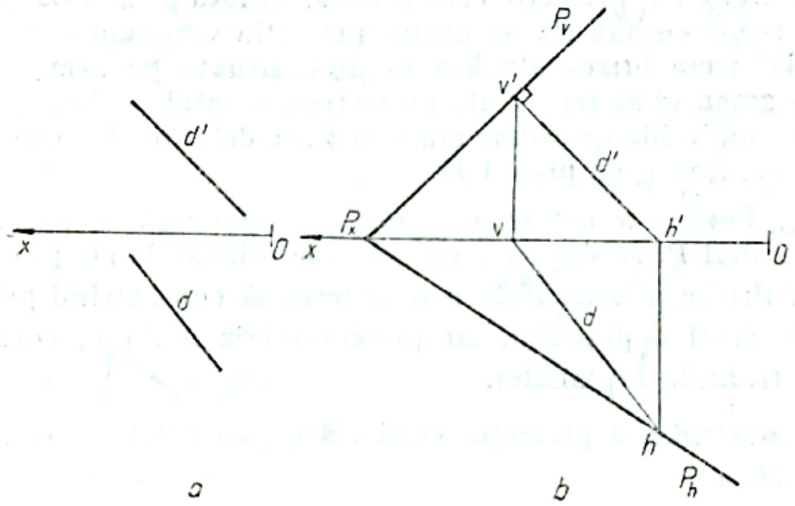


Fig. 3.24

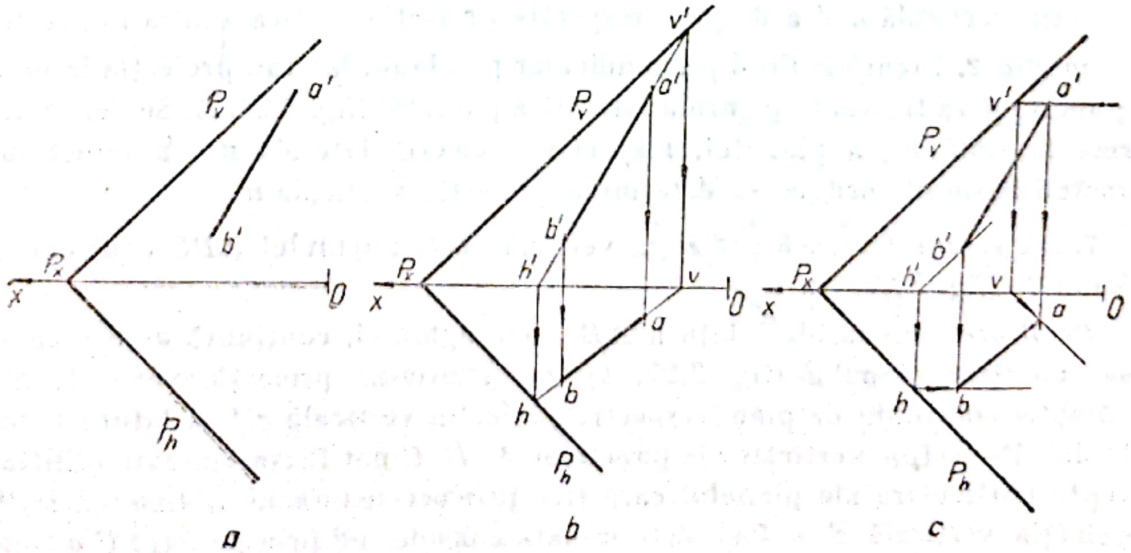


Fig. 3.25

Scanned with OKEN Scanner

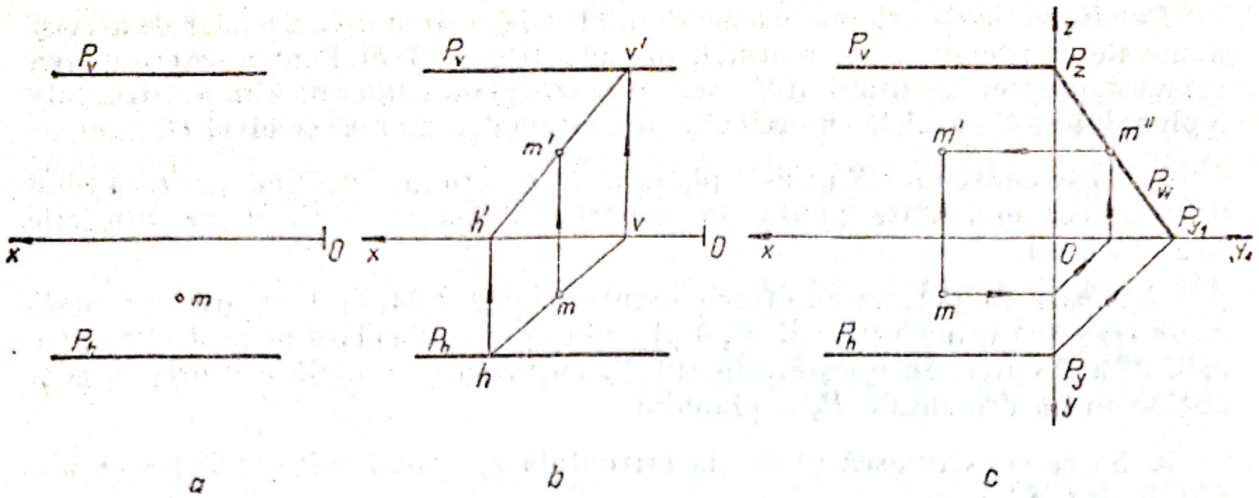


Fig. 3.26

secţia proiecţiei verticale $a'b'$ cu urma verticală P_v a planului, se obţine urma verticală v' a dreptei şi proiecţia orizontală v, situată pe axa Ox. La intersecţia proiecţiei verticale cu axa Ox, se obţine proiecţia verticală h' a urmei orizontale, respectiv urma orizontală h a dreptei, situată pe urma orizontală P_h a planului. Segmentul hv reprezintă proiecţia orizontală a dreptei conţinute de planul P. Trasînd liniile de ordine din a' şi b', se determină proiecţia orizontală ab a dreptei conţinute de planul P.

Soluţia 2. Pentru a determina proiecţia orizontală a segmentului AB, conţinut de planul P, se determină proiecţiile orizontale ale punctelor A şi B (fig. 3.25, *c*). Proiecţia orizontală a se determină considerînd prin punctul A o dreaptă de nivel a planului, iar proiecţia orizontală b, considerînd prin punctul B o frontală a planului.

6. Să se construiască proiecţia verticală a punctului M, conţinut de planul P (fig. 3.26, *a*).

Rezolvare. Soluţia 1. Prin proiecţia orizontală m, se trasează proiecţia orizontală a unei drepte oarecare, conţinute de plan (fig. 3.26, *b*). Se determină proiecţia verticală $h'v'$ a dreptei, respectiv proiecţia verticală m' a punctului.

Soluţia 2. Planul P fiind perpendicular pe planul lateral, proiecţia laterală a punctului va fi situată pe urma laterală a planului (fig. 3.26, *c*). Se determină urma laterală P_w a planului, respectiv proiecţia laterală m'' a punctului. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecţia verticală m'.

7. Să se construiască proiecţia verticală a triunghiului ABC conţinut de planul P (fig. 3.27, *a*).

Rezolvare. Se consideră latura AB a triunghiului, conţinută de o dreaptă care aparţine planului (fig. 3.27, *b*). Se determină proiecţia verticală $h'v'$ a dreptei conţinute de plan, respectiv proiecţia verticală $a'b'$ a laturii triunghiului. Proiecţiile verticale ale punctelor A, B, C pot fi determinate utilizînd drepte particulare ale planului care trec prin aceste puncte. În figura 3.27, *b*, proiecţia verticală c' a fost determinată considerînd prin punctul C o frontală a planului.

Scanned with OKEN Scanner

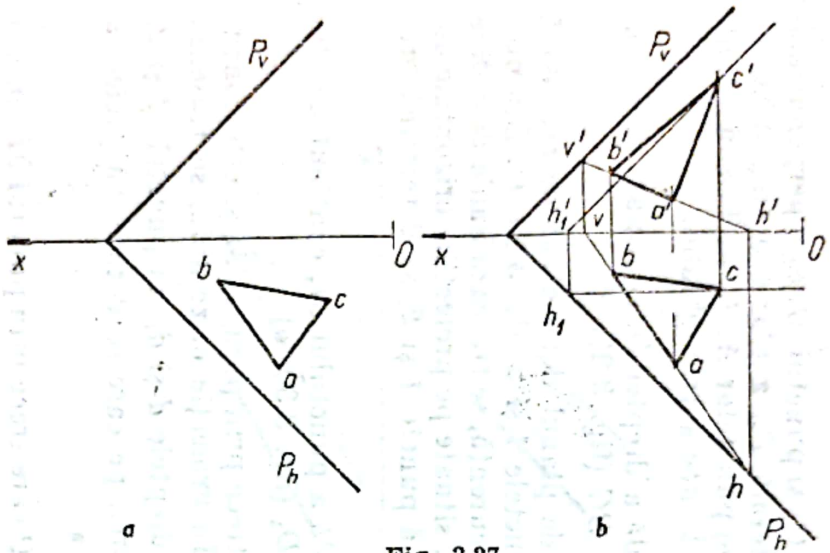


Fig. 3.27

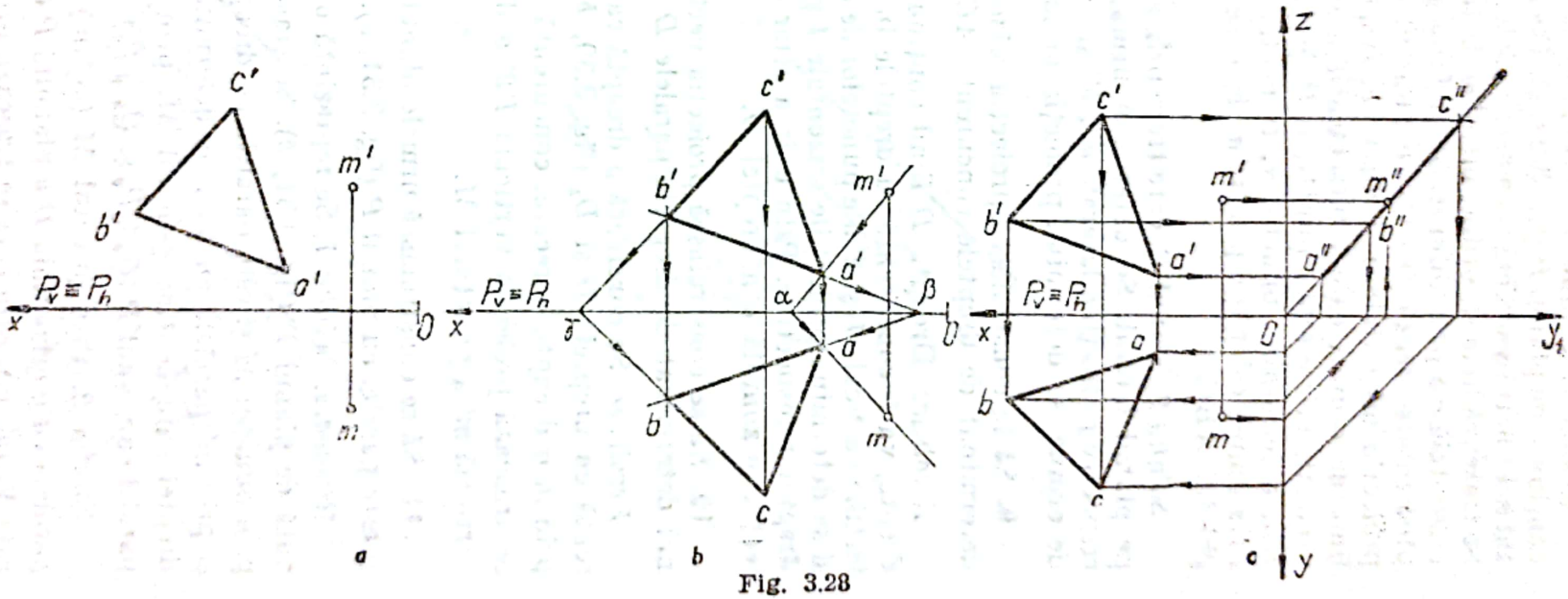


Fig. 3.28

8. Să se construiască proiecția orizontală a triunghiului ABC conținut de planul P, care trece prin axa Ox și punctul M (fig. 3.28, *a*).

Rezolvare. Soluția 1. Se consideră proiecția verticală $m'a'$ a dreptei AM conținute de planul P (fig. 3.28, *b*). Dreapta AM intersectează axa Ox în punctul α. Punctul α se unește cu m și se determină proiecția orizontală a dreptei AM. Se trasează linia de ordine din a' și, la intersecția cu αm, se determină proiecția orizontală a a punctului A. Se prelungește proiecția verticală $a'b'$ a laturei AB, pînă intersectează axa Ox în punctul β. Se unește punctul β cu a, obținînd proiecția orizontală a dreptei βa, respectiv a laturii AB. Din b' se trasează linia de ordine, care intersectează dreapta βa în punctul b, care reprezintă proiecția orizontală a punctului B. Se procedează în mod asemănător cu latura BC, determinînd punctul γ, respectiv c, proiecția orizontală a punctului C. Prin unirea celor trei puncte a, b, c, se determină proiecția orizontală a triunghiului ABC.

Soluția 2. Planul P, care trece prin axa Ox și punctul M, este perpendicular pe planul lateral. Se determină urma laterală P_w a planului (fig. 3.28, *c*), respectiv proiecțiile laterale a'', b'' și c'' ale punctelor A, B, C. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecția orizontală abc a triunghiului.

9. Să se construiască proiecția orizontală a dreptei D, conținute de planul determinat de dreptele concurente AC și BC (fig. 3.29, *a*).

Rezolvare. Dreapta D fiind conținută de planul determinat de cele două drepte, va fi concurentă cu dreptele în punctele *1* și *2* (fig. 3.29, *b*). Din proiecțiile verticale $1'$ și $2'$ ale punctelor de concurență, se trasează liniile de ordine și se determină proiecțiile orizontale *1* și *2*, situate pe proiecțiile orizontale ale dreptelor respective. Prin unirea celor două puncte *1* și *2*, se determină proiecția orizontală d a dreptei D.

10. Să se construiască proiecția verticală a punctului M, conținut de planul determinat de dreptele paralele D și D_1 (fig. 3.30, *a*).

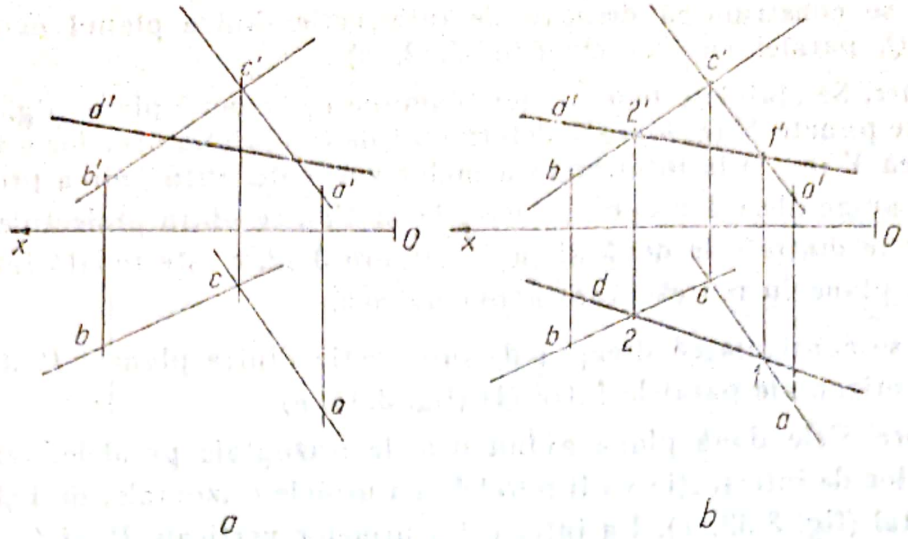
Rezolvare. Se consideră o dreaptă care trece prin punctul M și este concurentă cu dreptele D și D_1 (fig. 3.30, *b*). În proiecție orizontală, se trasează prin m o dreaptă oarecare, concurentă cu dreptele d și d_1, în punctele *1* și *2*. Se trasează proiecția verticală $1'2'$ a dreptei, pe care se determină proiecția verticală m' a punctului M.

11. Să se construiască urmele planului Q care trece prin punctul M (m, m') și este paralel cu planul P (fig. 3.31, *a*).

Rezolvare. Soluția 1. Se reprezintă o dreaptă oarecare HV $(hv, h'v')$, conținută de planul P (fig. 3.31, *b*). Se trasează proiecțiile unei drepte care trece prin punctul M și este paralelă cu dreapta HV, trasînd prin m paralelă cu hv și prin m' paralelă cu $h'v'$. Se determină urmele H_1 (h_1, h_1') și V_1 (v_1, v_1') ale dreptei care conține punctul M, prin care se trasează urmele planului Q, paralel cu planul P ($\bar{Q}_v \parallel \bar{P}_v$ și $\bar{Q}_h \parallel \bar{P}_h$).

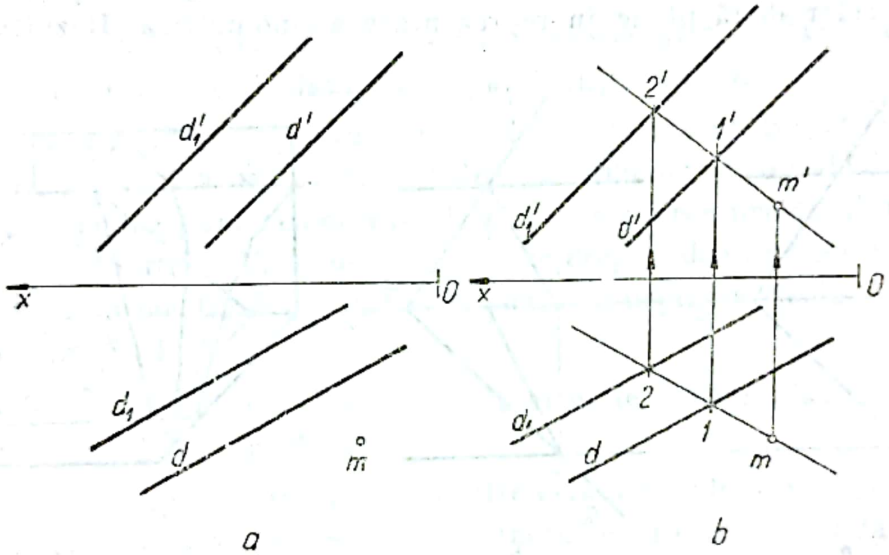
Soluția 2. Prin punctul M (m, m') se consideră o dreaptă de nivel D_1, paralelă cu o orizontală D a planului P (fig. 3.31, *c*). Se determină urma verticală V_1 (v_1', v_1), prin care se trasează urma verticală Q_v a planului Q, paralelă cu urma verticală P_v a planului P. Din punctul Q_x se trasează urma orizontală Q_h, paralelă cu urma orizontală P_h.

Scanned with OKEN Scanner



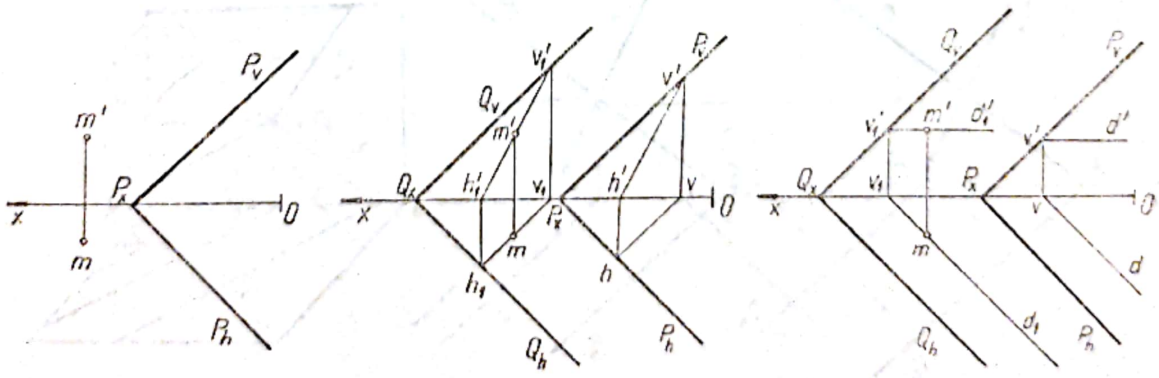
a b

Fig. 3.29



a b

Fig. 3.30



a b c

Fig. 3.31

Scanned with OKEN Scanner

12. Să se construiască dreapta de intersecție dintre planul oarecare P și planul Q, paralel cu axa Ox (fig. 3.32, *a*).

Rezolvare. Se stabilesc două puncte comune celor două plane (fig. 3.32, *b*). Unul dintre punctele H (h, h') este determinat de intersecția urmelor orizontale, iar al doilea V (v', v) la intersecția urmelor verticale. Prin unirea proiecțiilor de același nume ale celor două puncte, hv și $h'v'$, se obțin proiecțiile dreptei de intersecție dintre cele două plane. În figura 3.32, *c* este redată intersecția celor două plane în reprezentare axonometrică.

13. Să se construiască dreapta de intersecție dintre planele P și Q, care au urmele orizontale paralele între ele (fig. 3.33, *a*).

Rezolvare. Cele două plane având urmele orizontale paralele, rezultă că și dreapta lor de intersecție va fi paralelă cu urmele orizontale, deci și cu planul orizontal (fig. 3.33, *b*). La intersecția urmelor verticale P_v și Q_v, rezultă un punct comun celor două plane v', din care se trasează proiecția verticală d' a dreptei de intersecție. Din proiecția orizontală v, se trasează proiecția orizontală d, paralelă cu urmele orizontale P_h și Q_h. În figura 3.33, *c* este dată intersecția celor două plane în reprezentare axonometrică. Rezultă, că cele

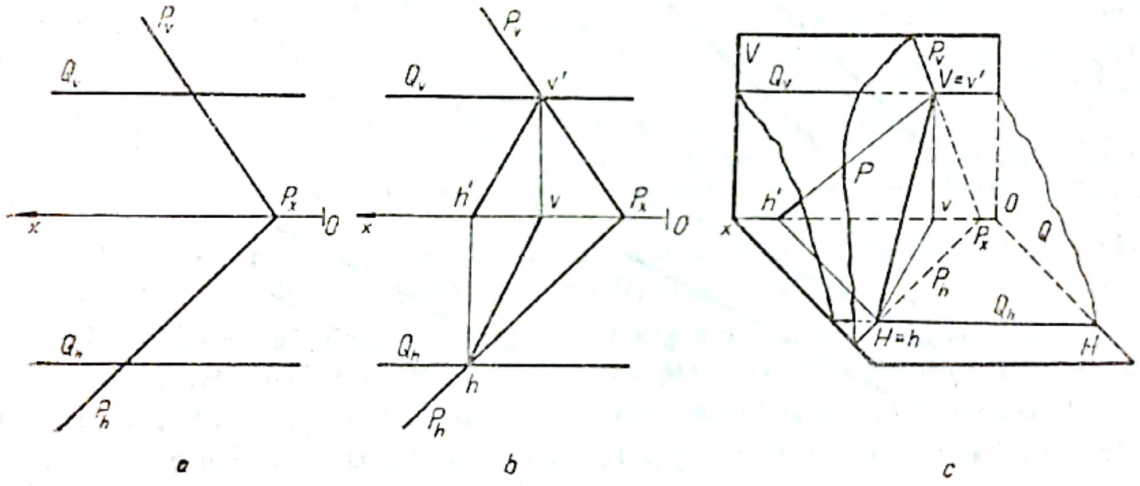


Fig. 3.32

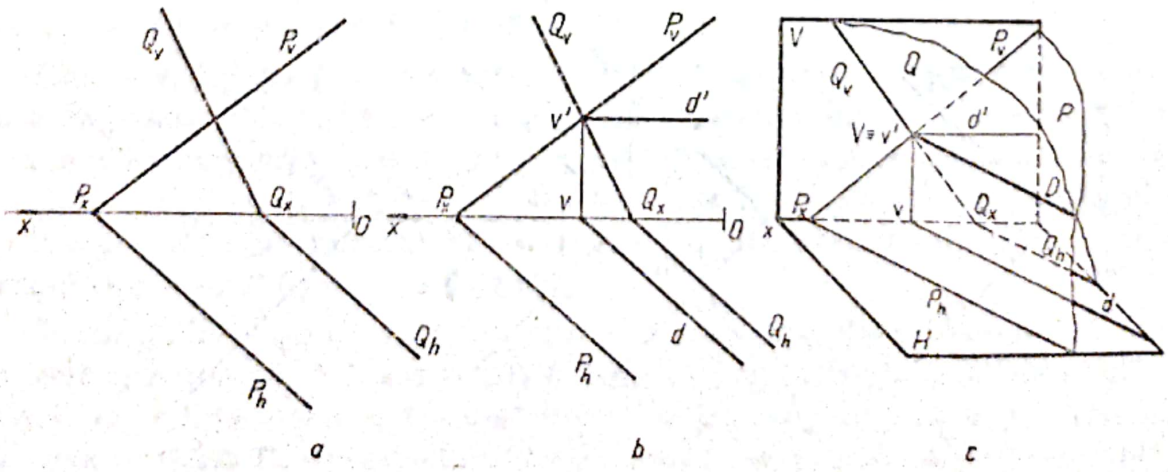


Fig. 3.33

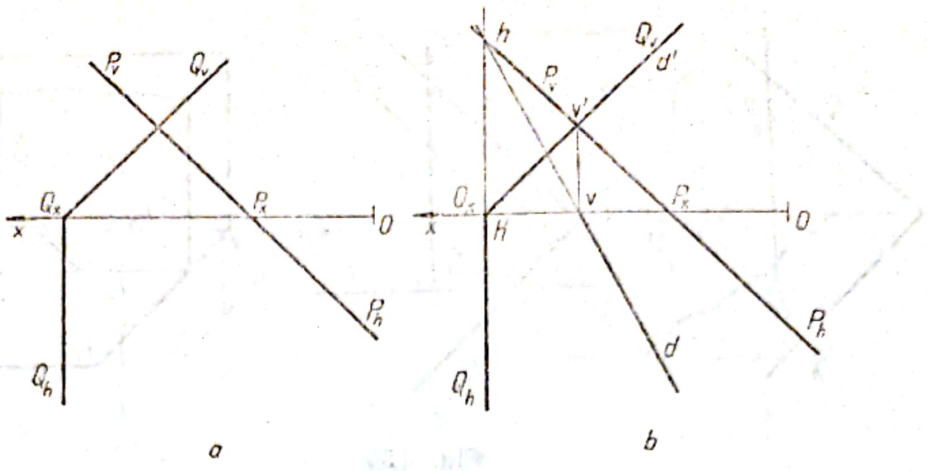


Fig. 3.34

două urme orizontale P_h și Q_h fiind paralele și dreapta de intersecție D tinde să le intersecteze într-un punct la infinit, deci este paralelă cu urmele orizontale și cu planul orizontal de proiecție.

14. Să se construiască dreapta de intersecție dintre planul oarecare P cu urmele în prelungire și planul de capăt Q (fig. 3.34, *a*).

Rezolvare. La intersecția urmelor verticale rezultă un punct comun celor două plane, punctul V (v', v). La intersecția urmelor orizontale P_h și Q_h, se determină al doilea punct comun H (h, h'). Prin unirea proiecțiilor de același nume ale punctelor H și V, se obțin proiecțiile dreptei de intersecție, d proiecția orizontală și d' proiecția verticală, confundată cu urma verticală Q_v a planului de capăt (fig. 3.34, *b*).

15. Să se construiască dreapta de intersecție dintre planul oarecare P și planul de nivel N (fig. 3.35, *a*).

Rezolvare. Dreapta de intersecție dintre cele două plane va fi o dreaptă de nivel. Proiecția verticală d' trece prin punctul v' și este confundată cu urma verticală N_v a planului de nivel. Proiecția orizontală d, trece prin punctul v și este paralelă cu urma orizontală P_h a planului P (fig. 3.35), *b*).

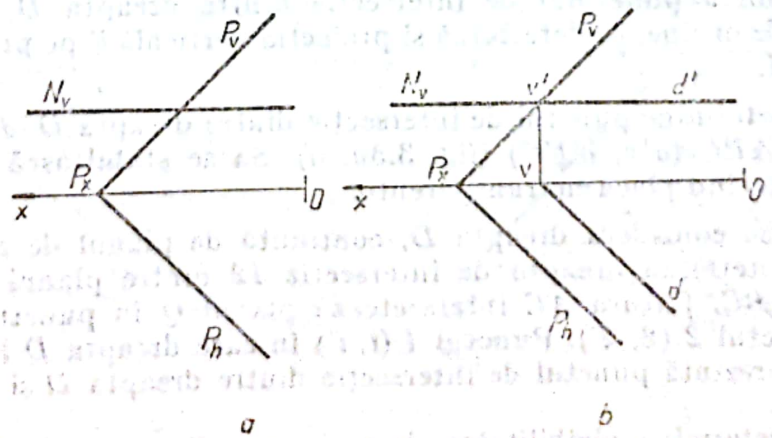


Fig. 3.35

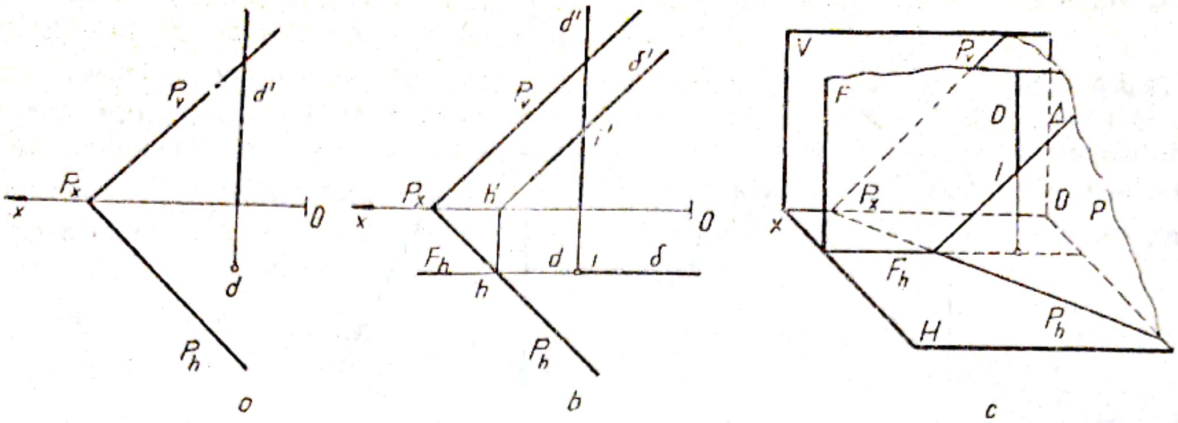


Fig. 3.36

16. Să se determine punctul de intersecţie dintre verticala $D(d, d')$ şi planul oarecare P (fig. 3.36, *a*).

Rezolvare. Se consideră verticala D, conţinută de planul de front F. Prin proiecţia orizontală d, se trasează urma orizontală F_h a planului, paralelă cu axa Ox (fig. 3.36, *b*). Se determină dreapta de intersecţie dintre planul F şi planul P, frontala Δ (δ, δ'). La intersecţia dreptei D cu frontala Δ, rezultă punctul 1 (i', i), care reprezintă punctul de intersecţie dintre verticala D şi planul P. În figura 3.36, *c* este prezentată intersecţia verticalei D cu planul P în reprezentare axonometrică.

17. Să se determine punctul de intersecţie dintre dreapta D şi planul de capăt P (fig. 3.37).

Rezolvare. Punctul de intersecţie I (i, i'), dintre dreapta D (d, d') şi planul de capăt P, va avea proiecţia verticală i' situată la intersecţia proiecţiei verticale d' a dreptei cu urma verticală P_v a planului. Trasînd linia de ordine, se determină proiecţia orizontală i.

18. Să se determine punctul de intersecţie dintre dreapta D (d, d') şi planul oarecare P, avînd urmele în prelungire (fig. 3.38, *a*).

Rezolvare. Se consideră dreapta D, conţinută de planul de capăt Q. Urma verticală Q_v se confundă cu proiecţia verticală d', (fig. 3.38, *b*). Se determină dreapta de intersecţie Δ (δ, δ') dintre cele două plane. Proiecţiile orizontale ale celor două drepte, δ şi d, se intersectează în punctul i, care reprezintă proiecţia orizontală a punctului de intersecţie dintre dreapta D şi planul P. Trasînd linia de ordine, se determină şi proiecţia verticală i' pe proiecţia verticală a dreptei.

19. Să se determine punctul de intersecţie dintre dreapta D (d, d') şi placa triunghiulară ABC $(abc, a'b'c')$ (fig. 3.39, *a*). Să se stabilească vizibilitatea dreptei, considerînd placa netransparentă.

Rezolvare. Se consideră dreapta D, conţinută de planul de capăt Q (fig. 3.39, *b*). Se determină dreapta de intersecţie 12 dintre planul Q şi planul triunghiului ABC. Latura AC intersectează planul Q în punctul 1 $(1, 1')$ iar BC în punctul 2 $(2, 2')$. Punctul I (i, i') în care dreapta D intersectează dreapta 12 reprezintă punctul de intersecţie dintre dreapta D şi placa triunghiulară ABC.

Pentru a determina vizibilitatea dreptei, se utilizează metoda cotelor şi depărtărilor.

Scanned with OKEN Scanner

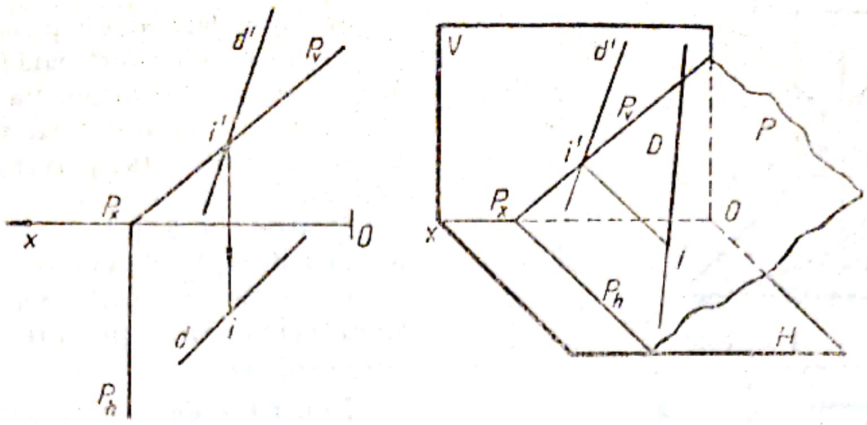


Fig. 3.37

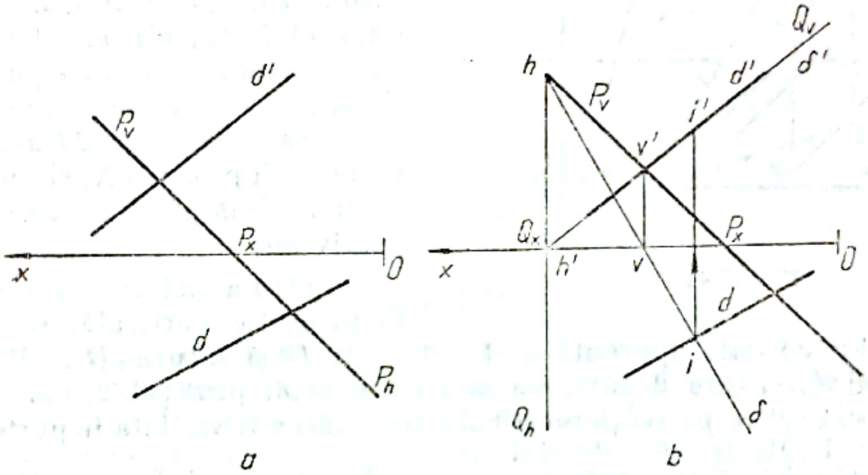


Fig. 3.38

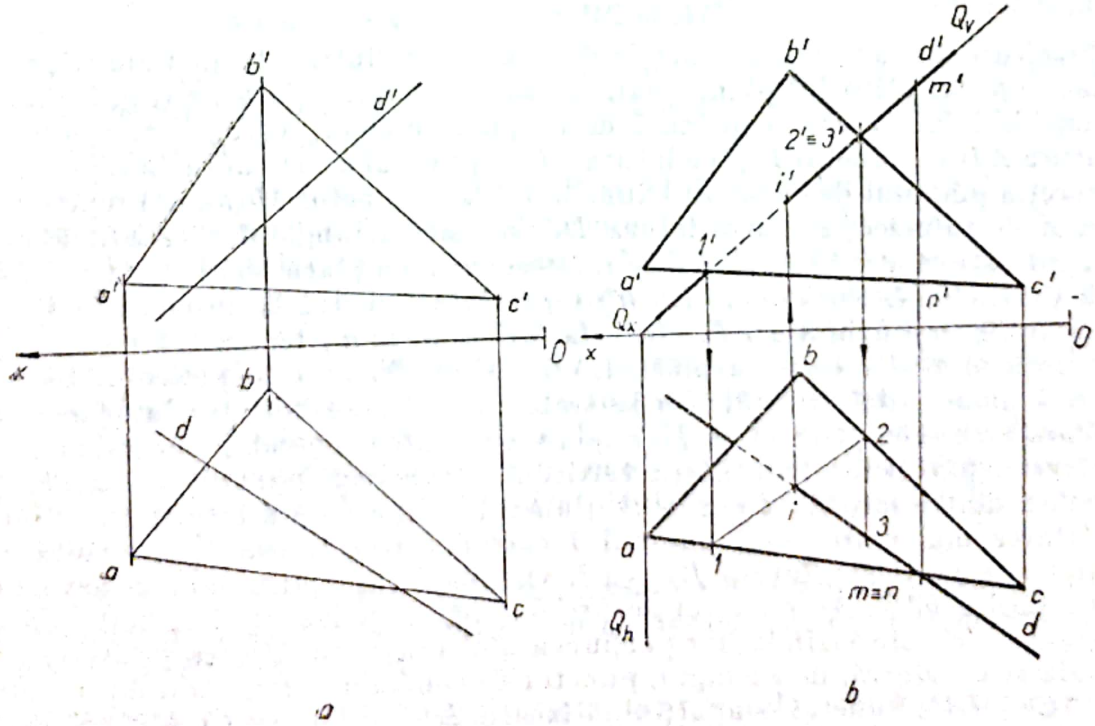


Fig. 3.39

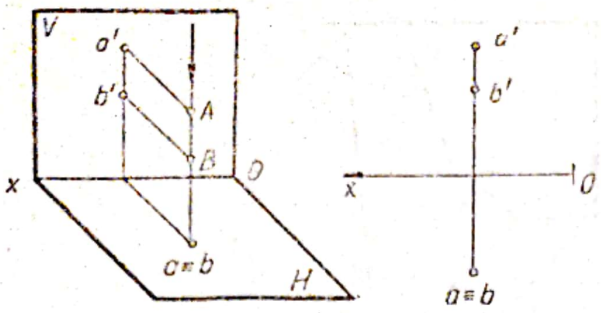


Fig. 3.40

Se consideră două puncte A și B situate pe aceeași verticală (fig. 3.40). În proiecție orizontală, va fi vizibil punctul A, care are cota mai mare decît punctul B (se privește de sus în jos).

Dintre două puncte situate pe aceeași dreaptă de capăt (fig. 3.41), în proiecție verticală va fi vizibil punctul care are depărtarea mai mare (punctul A).

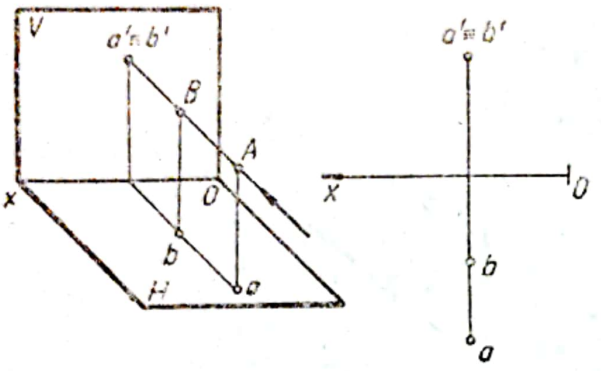


Fig. 3.41

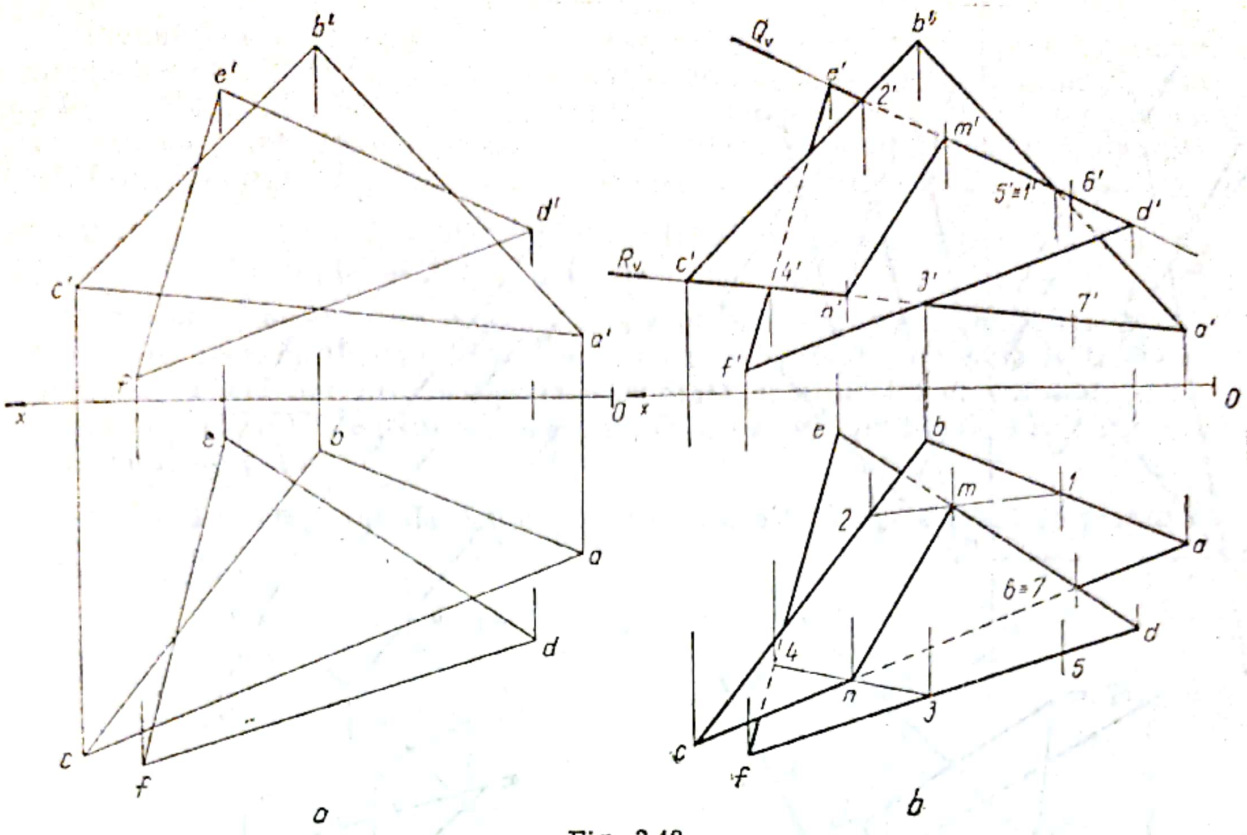
Pentru a determina vizibilitatea dreptei (fig. 3.39, *b*), în proiecție orizontală, se consideră punctul $M(m, m')$, aparținînd dreptei D, și punctul N (n, n'), aparținînd laturii AC. Analizînd cotele punctelor M și N, situate pe aceeași verticală, se constată că punctul M are cota mai mare decît punctul N, și deci dreapta va fi vizibilă pînă la punctul I (respectiv *mi*).

Pentru a determina vizibilitatea în proiecție verticală, se consideră punctul de concurență aparentă dintre dreapta D și latura BC. Punctul *3*, aparținînd dreptei, are depărtarea mai mare decît punctul *2*, care aparține laturii BC, și deci în proiecție verticală dreapta va fi vizibilă în porțiunea *3'i'*.

20. Să se determine intersecția plăcilor triunghiulare ABC și DEF (fig. 3.42, *a*) și să se stabilească vizibilitatea laturilor, considerînd plăcile netransparente.

Rezolvare. Se determină punctele de intersecție dintre laturile unui triunghi și placa opusă, utilizînd plane auxiliare care să conțină laturile (fig. 3.42, *b*). Se consideră latura DE, conținută de un plan de capăt, care se intersectează cu latura AB în punctul *1'* și cu latura BC în punctul *2'*. Dreapta *12* reprezintă intersecția planului de capăt cu triunghiul ABC. Punctul M (m, m') reprezintă punctul de intersecție dintre latura DE și placa triunghiulară ABC. Planul de capăt care conține latura AC se intersectează cu placa triunghiulară DEF, după dreapta *34*. Punctul N (n, n') reprezintă punctul de intersecție dintre latura AC și triunghiul DEF. Dreapta MN $(mn, m'n')$ reprezintă dreapta de intersecție dintre cele două plăci, fiind vizibilă în ambele proiecții. Pentru determinarea vizibilității plăcilor se stabilește întîi vizibilitatea laturilor care se intersectează cu placa opusă, iar apoi vizibilitatea generală, folosind metoda cotelor și depărtărilor. În proiecție verticală, se consideră punctul de concurență aparentă dintre laturile DE și AB. Punctul *5*, aparținînd laturii DE, avînd depărtarea mai mare decît punctul *1* care aparține laturii AB, rezultă că, în proiecție verticală, latura DE va fi vizibilă în porțiunea *d'm'* și nevăzută pe porțiunea *m'2'*. Asemănător se procedează și cu latura AC, stabilind că porțiunea *n'c'* este vizibilă, iar porțiunea *3'n'* nevăzută. Pentru proiecția orizontală se consideră, de exemplu, punctul de concurență aparentă dintre laturile AC și DE. Punctul *6* aparținînd laturii DE, avînd cota mai mare decît punctul *7*, aparținînd laturii AC, rezultă că în proiecția orizontală latura DE

Scanned with OKEN Scanner



va fi vizibilă în porțiunea dm, iar latura AC nevăzută pe porțiunea $7n$. Se determină apoi vizibilitatea celorlalte laturi, ținînd seama de vizibilitatea generală a plăcilor. În proiecția verticală, latura EF va fi acoperită pe porțiunea cuprinsă între proiecțiile verticale ale laturilor AC și BC, iar latura AB va fi nevăzută pe porțiunea cuprinsă între proiecțiile verticale ale laturilor DE și DF. În proiecția orizontală, latura EF va fi acoperită pe porțiunea cuprinsă între proiecțiile orizontale ale laturilor BC și AC.

21. Să se construiască intersecția planelor determinate de triunghiul ABC și dreptele paralele D și D_1 (fig. 3.43, *a*). Să se stabilească vizibilitatea, considerînd planele netransparente.

Rezolvare. Se determină punctele R și M în care laturile AC și AB ale triunghiului intersectează planul determinat de dreptele paralele D și D_1 (fig. 3.43, *b*). Prin latura AC se consideră planul de capăt reprezentat prin urma verticală P_v (fig. 3.43, *c*), care se intersectează cu planul dreptelor paralele după dreapta 12 ($1'2'$, 12). Latura AC intersectează planul dreptelor paralele în punctul R (r, r'). Prin latura AB se consideră planul de capăt Q și se determină punctul M (m, m'), în care latura AB intersectează planul determinat de dreptele paralele D și D_1. Dreapta RM se intersectează cu dreapta D în punctul N (n, n'). Dreapta MN (mn, $m'n'$) reprezintă dreapta de intersecție dintre cele două plane. Utilizînd indicațiile date în problema 20, se determină vizibilitatea elementelor.

22. Să se construiască dreapta de intersecție dintre două plane, unul fiind determinat de două drepte paralele D și D_1, iar celălalt de două drepte concurente AB și BC (fig. 3.44, *a*).

Rezolvare. Se determină două puncte comune celor două plane, utilizînd, ca plane auxiliare, două plane de nivel N și N_1 (fig. 3.44, *b*).

Scanned with OKEN Scanner

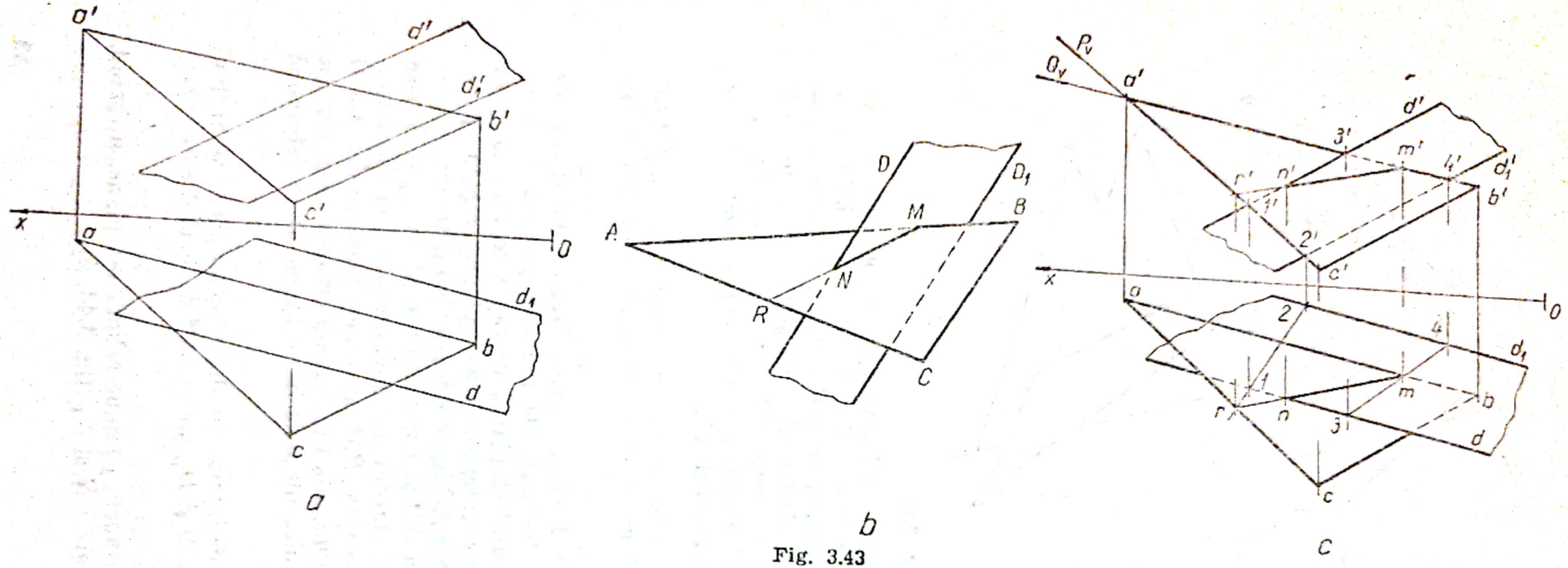


Fig. 3.43

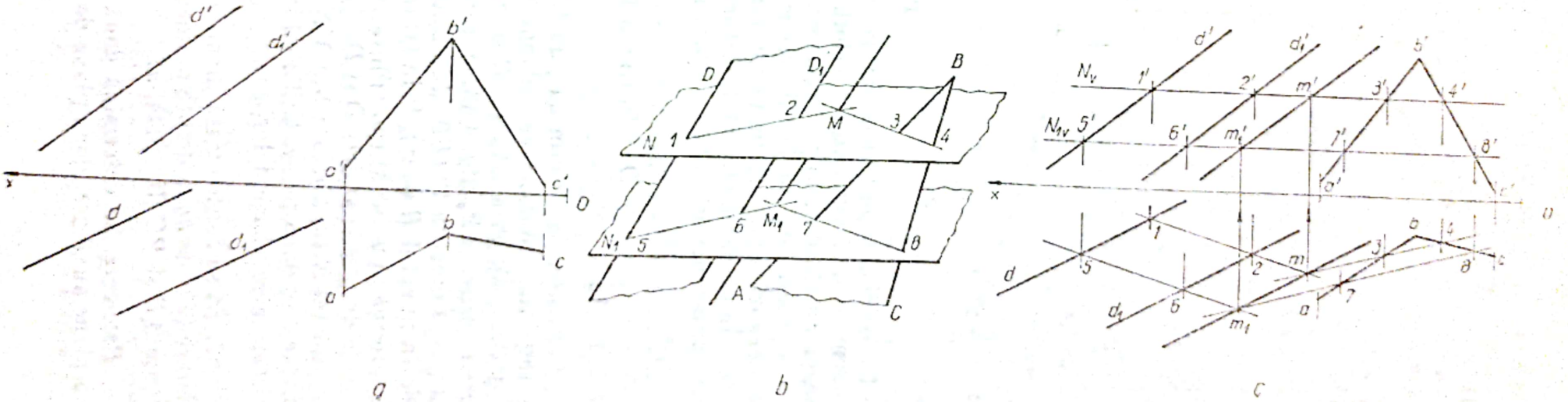


Fig. 3.44

Scanned with OKEN Scanner

Planul de nivel N (fig. 3.44, *c*) se intersectează cu planul dreptelor paralele după dreapta *12* (*12*, *1'2'*), iar cu planul dreptelor concurente după dreapta *34* (*34*, *3'4'*). Intersecția acestor drepte determină punctul M (m, m'), comun celor două plane. Planul de nivel N_1 determină punctul $M_1(m_1, m_1')$. Dreapta $MM_1(mm_1, m'm_1')$ reprezintă dreapta de intersecție dintre cele două plane.

23. Să se construiască proiecțiile dreptei D, care conține punctul A (a, a') și este paralelă cu planul P (fig. 3.45, *a*).

Rezolvare. Se consideră o dreaptă oarecare HV (hv, $h'v'$), conținută de planul P (fig. 3.45, *b*). Prin proiecția verticală a', se trasează proiecția verticală d', paralelă cu $v'h'$, iar prin proiecția orizontală a, proiecția d, paralelă cu hv. Dreapta D (d, d') este paralelă cu planul P, deoarece este paralelă cu o dreaptă conținută de plan.

24. Să se determine dacă dreapta AB (ab, $a'b'$) este paralelă cu planul P (fig. 3.46, *a*).

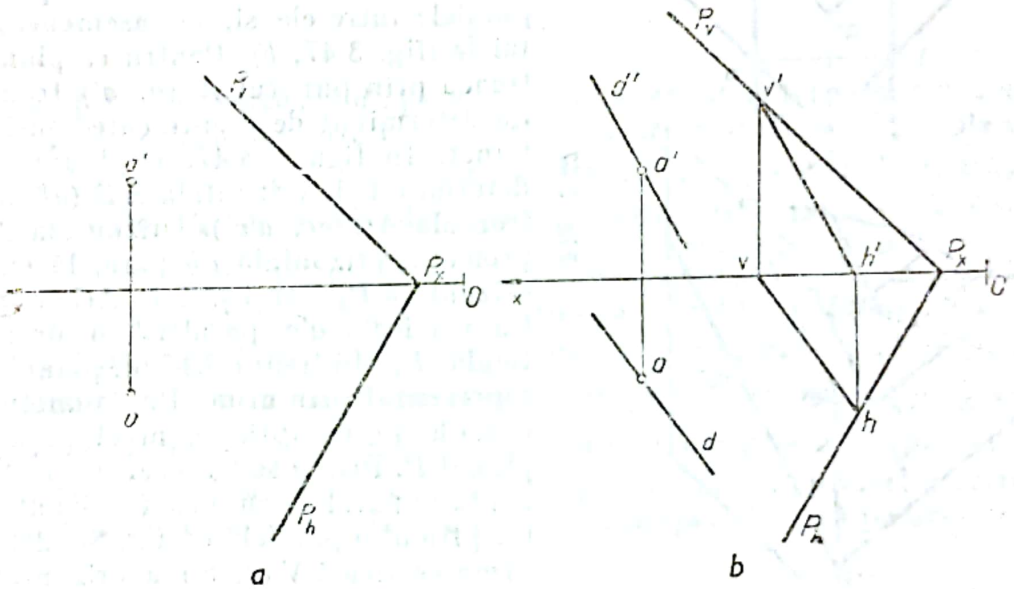


Fig. 3.45

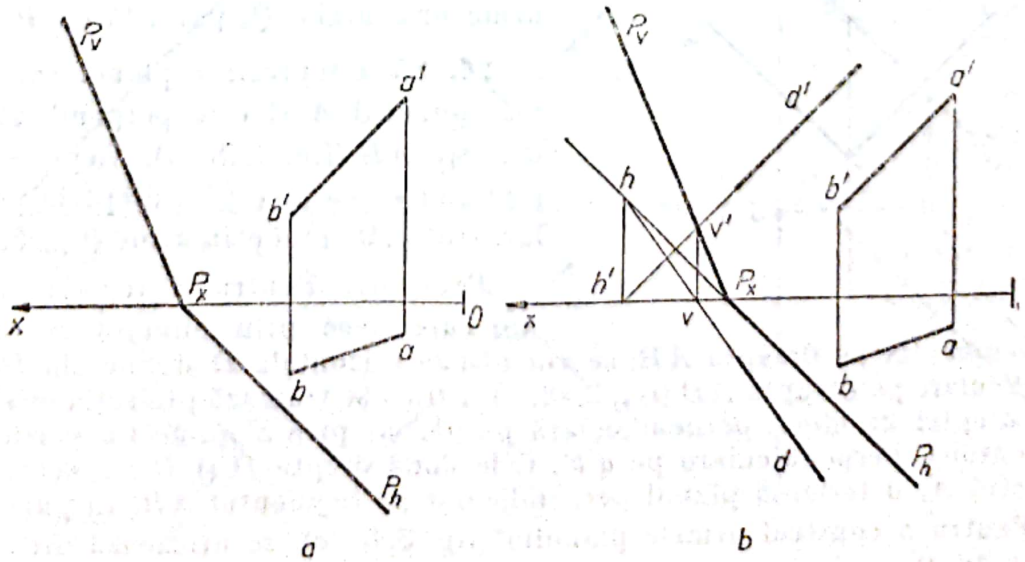


Fig. 3.46

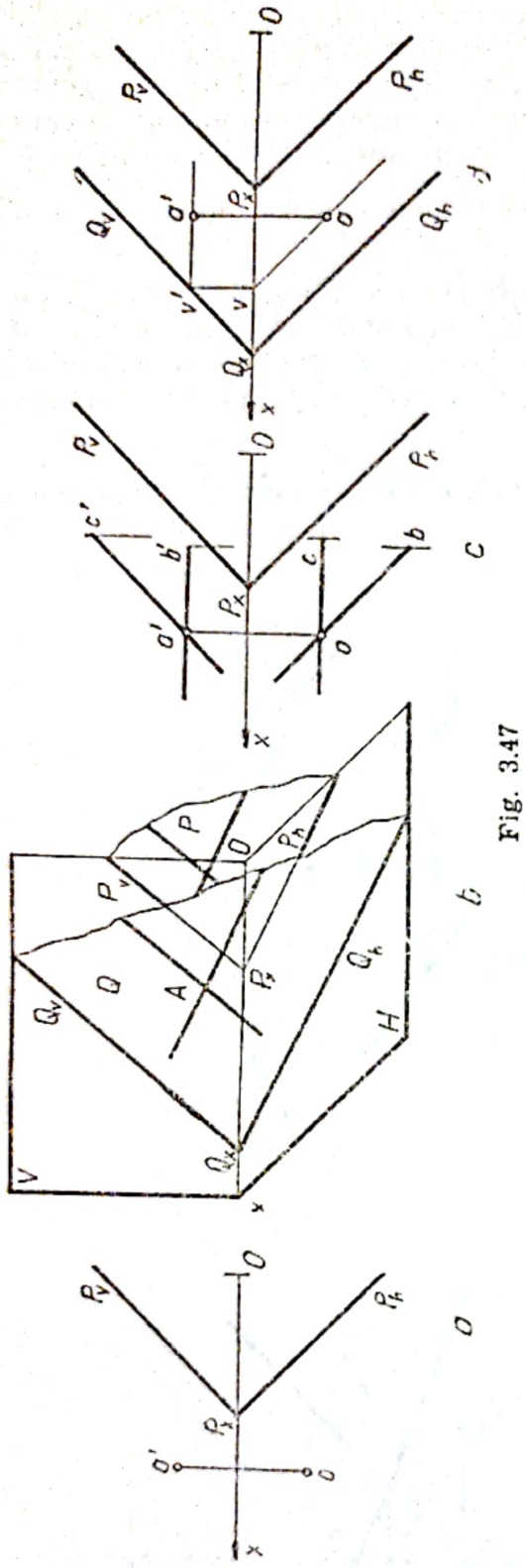


Fig. 3.47

Rezolvare. Se trasează proiecția verticală, d' paralelă cu proiecția verticală $a'b'$ (fig. 3.46, *b*). Se determină proiecția orizontală d a dreptei D, conținută de planul P. Deoarece dreapta d nu este paralelă cu proiecția orizontală ab, rezultă că cele două drepte D și AB nu sînt paralele și deci dreapta AB nu este paralelă cu planul P.

25. Să se construiască urmele planului Q, care trece prin punctul A și este paralel cu planul P (fig. 3.47, *a*).

Rezolvare. Două plane paralele au urmele de același nume paralele între ele, dreptele de nivel ale celor două plane sînt paralele între ele și, de asemenea, frontalele (fig. 3.47, *b*). Pentru ca planul Q să treacă prin punctul A (a, a') trebuie să fie determinat de drepte care conțin acest punct. În figura 3.47, *c* planul Q este determinat de orizontala AB $(ab, a'b')$ și frontala AC $(ac, a'c')$. Orizontala AB are proiecția orizontală ab paralelă cu urma orizontală P_h, iar frontala AC are proiecția verticală $a'c'$ paralelă cu urma verticală P_v. În figura 3.47, *d*, planul Q este reprezentat prin urme. Prin punctul A se consideră o dreaptă de nivel paralelă cu planul P. Prin a se trasează proiecția orizontală, paralelă cu urma orizontală P_h, iar prin a' o paralelă cu Ox. Se determină urma verticală V (v, v') a orizontalei, iar prin v' se trasează urma verticală Q_v, paralelă cu P_v. Din punctul Qx se trasează urma orizontală Q_h paralelă cu P_h.

26. Să se reprezinte planul care trece prin punctul A și este perpendicular pe dreapta AB (fig. 3.48, *a*). Reprezentarea planului se va face prin dreptele particulare (fig. 3.48, *b*) și prin urme (fig. 3.48, *c*).

Rezolvare. Pentru a reprezenta planul care trece prin punctul A și este perpendicular pe dreapta AB, se vor utiliza orizontala D și frontala D_1, perpendiculare pe dreapta AB (fig. 3.48, *b*). Prin a se trasează proiecția orizontală d a dreptei de nivel, perpendiculară pe ab, iar prin a' proiecția verticală d'_1 a frontalei, perpendiculară pe $a'b'$. Cele două drepte D și D_1, concurente în punctul A, determină planul perpendicular pe segmentul AB, în punctul A.

Pentru a construi urmele planului (fig. 3.48, *c*), se utilizează dreapta de nivel D. Prin a se trasează proiecția orizontală d, perpendiculară pe ab,

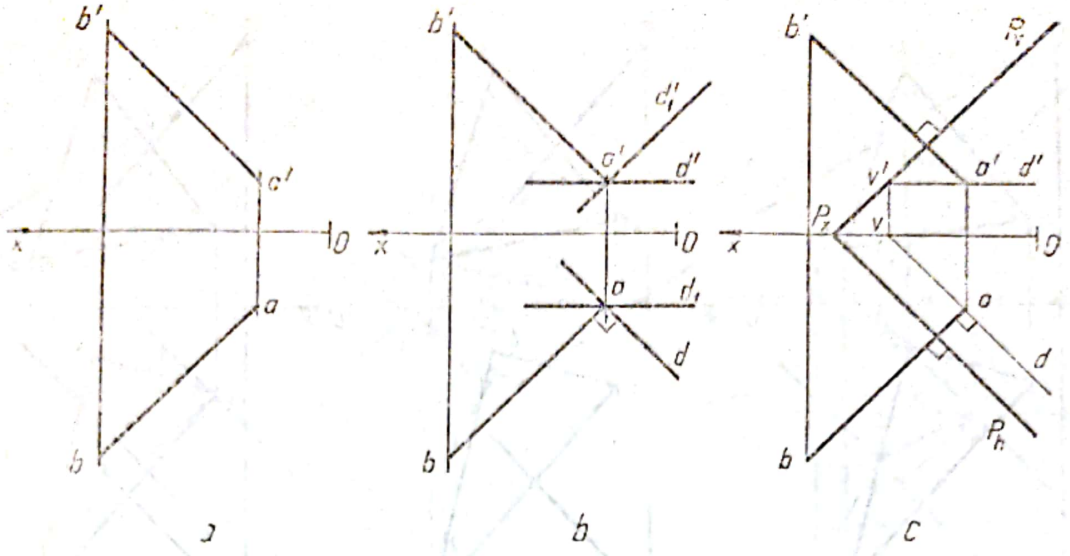


Fig. 3.48

iar prin a', proiecția verticală d', paralelă cu axa Ox. Se determină urma verticală V (v', v) a orizontalei prin care se trasează urma verticală P_v a planului, perpendiculară pe proiecția verticală $a'b'$ a dreptei. Din punctul P_x se trasează urma orizontală P_h, perpendiculară pe proiecția orizontală ab a dreptei.

27. Să se construiască proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul A (a, a') pe planul P, reprezentat prin urme (fig. 3.49, *a*). Să se determine proiecțiile punctului I în care perpendiculara intersectează planul și să se traseze orizontala și frontala planului care trec prin acest punct (fig. 3.49, *c*).

Rezolvare. O dreaptă perpendiculară pe un plan are proiecțiile perpendiculare pe urmele de același nume ale planului (fig. 3.49, *b*). Din proiecția verticală a', se trasează proiecția verticală d' a normalei, perpendiculară pe urma verti-

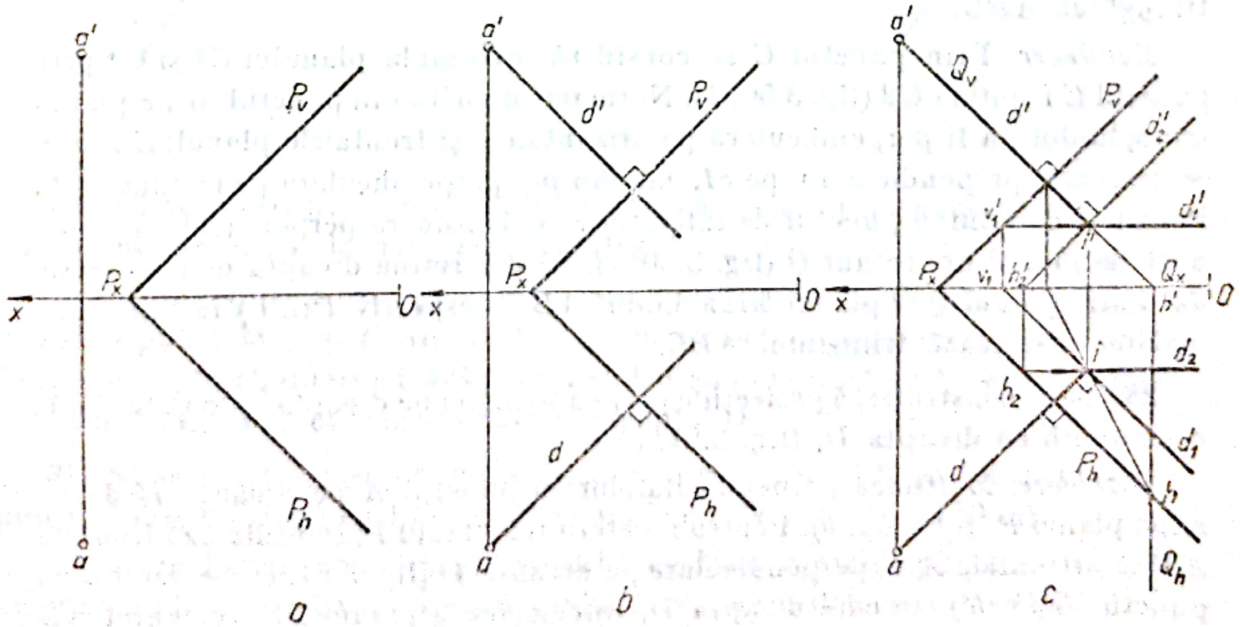


Fig. 3.49

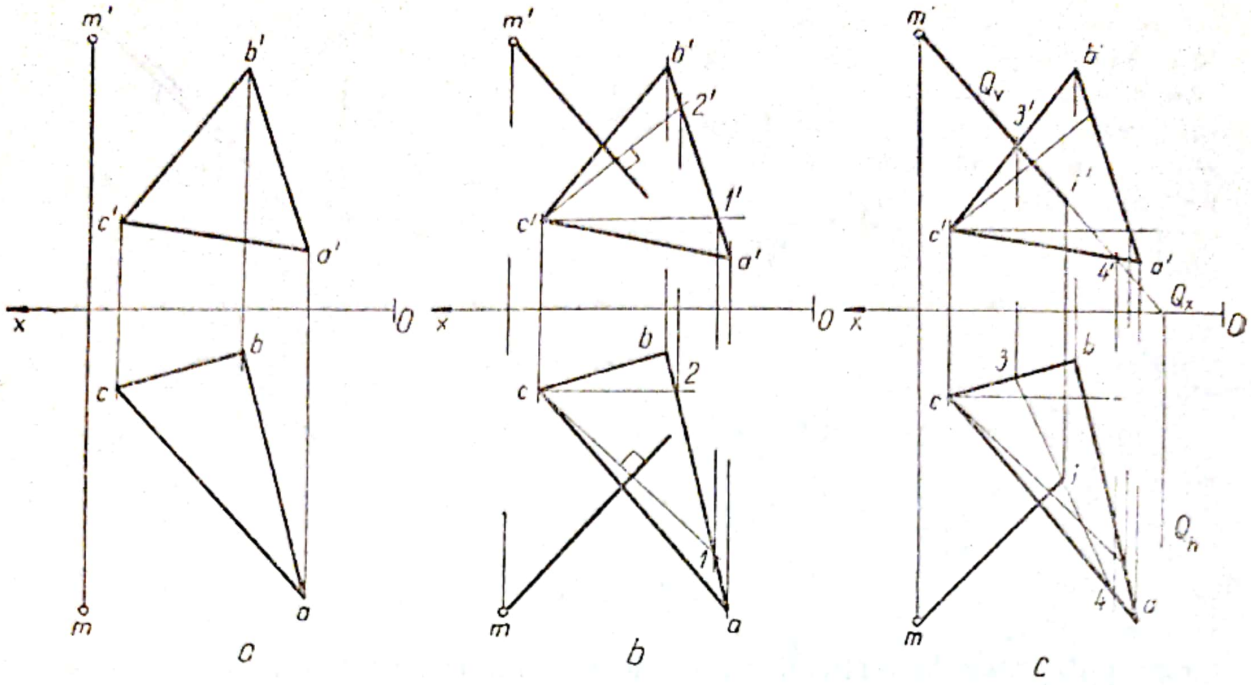


Fig. 3.50

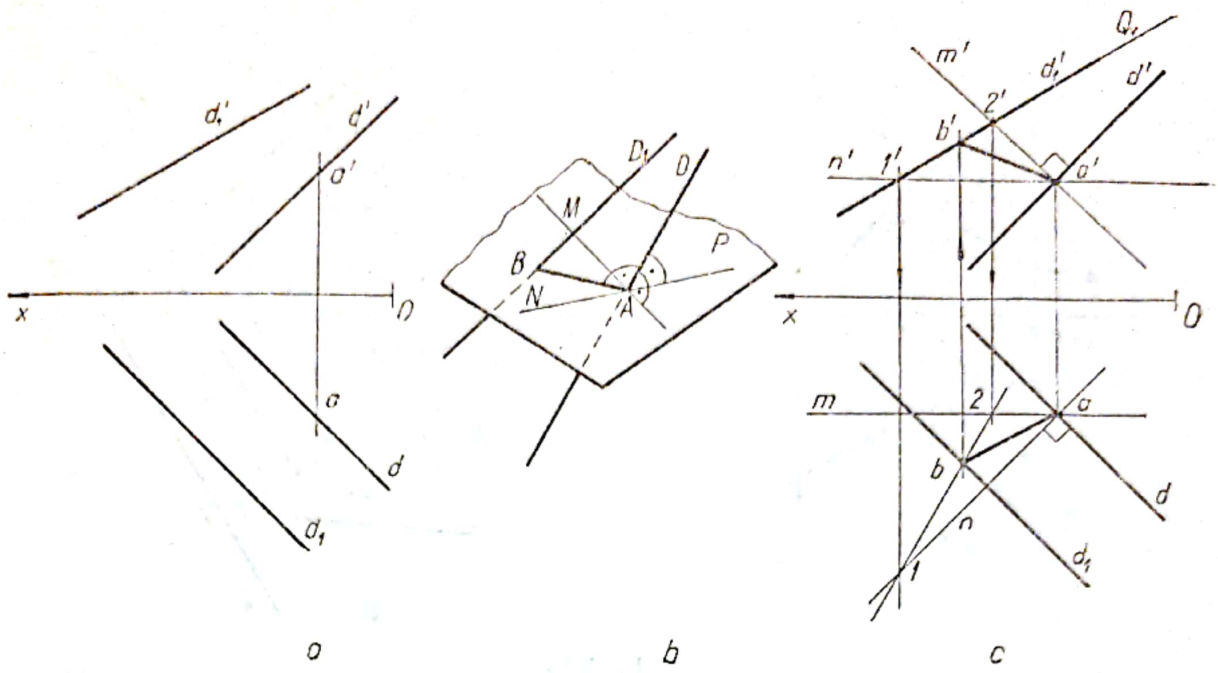
cală P_v a planului, iar din proiecția orizontală a, proiecția d, prependiculară pe P_h. Pentru a determina punctul în care intersectează planul, se utilizează planul de capăt Q, care conține perpendiculara (fig. 3.49, *c*). Se determină dreapta de intersecție dintre cele două plane și punctul i, respectiv i'. Prin i se trasează proiecția orizontală d_1 a dreptei de nivel perpendiculară pe ai, iar prin i',proiecția verticală d_2' a frontalei, perpendiculară pe $a'i'$.

28. Să se construiască proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul $M(m, m')$ pe planul determinat de triunghiul ABC, fără a construi urmele planului (fig. 3.50, *a*). Să se determine punctul în care normala intersectează triunghiul ABC.

Rezolvare. Prin punctul C se consideră orizontala planului $C1$ și tot prin punctul C frontala $C2$ (fig. 3.50, *b*). Normala coborîtă din punctul M pe planul triunghiului va fi perpendiculară pe orizontalele și frontalele planului. Din m se trasează perpendiculara pe $c1$, iar din m', perpendiculara pe frontala $c'2'$. Pentru a determina punctul de intersecție, se consideră perpendiculara conținută de planul proiectant Q (fig. 3.50, *c*). Se determină dreapta de intersecție 34 dintre planul Q și planul triunghiului ABC, respectiv I (i, i') în care normala intersectează triunghiul ABC.

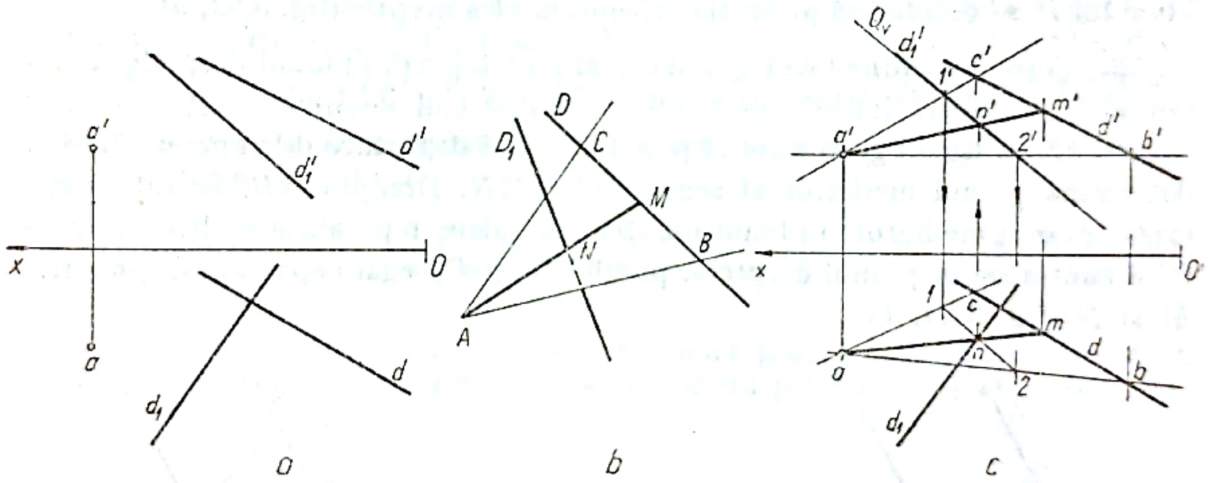
29. Să se construiască proiecțiile perpendicularei pe dreapta D în punctul A, concurentă cu dreapta D_1 (fig. 3.51, *a*).

Rezolvare. Mulțimea perpendicularelor în punctul A pe dreapta D determină planul P (fig. 3.51, *b*). Pentru a determina planul P, se utilizează frontala AM și orizontala AN, perpendiculare pe dreapta D (fig. 3.51, *c*). Se determină punctul B (b, b'), în care dreapta D_1 intersectează planul P. Segmentul AB $(ab, a'b')$ reprezintă perpendiculara pe dreapta D, concurentă cu dreapta D_1.



a b c

Fig. 3.51



a b c

Fig. 3.52

30. Să se construiască proiecțiile dreptei care trece prin punctul A și este concurentă cu dreptele date D și D_1 (fig. 3.52, *a*).

Rezolvare. Se consideră planul P, determinat de punctul A și dreapta D, utilizînd punctele B și C (fig. 3.52, *b* și *c*). Se determină punctul N (n, n'), în care dreapta D_1 intersectează planul P. Unind punctul A cu N, se determină punctul M (m, m') de concurență cu dreapta D.

31. Să se construiască proiecția orizontală a dreptei AB, astfel încît orice punct al dreptei să fie egal depărtat de punctele M și N (fig. 3.53, *a*).

Rezolvare. Locul geometric al punctelor egal depărtate de punctele M și N determină planul mediator al segmentului MN. Se construiesc urmele planului P care trece prin mijlocul C (c, c') și este perpendicular pe segmentul MN,

Scanned with OKEN Scanner

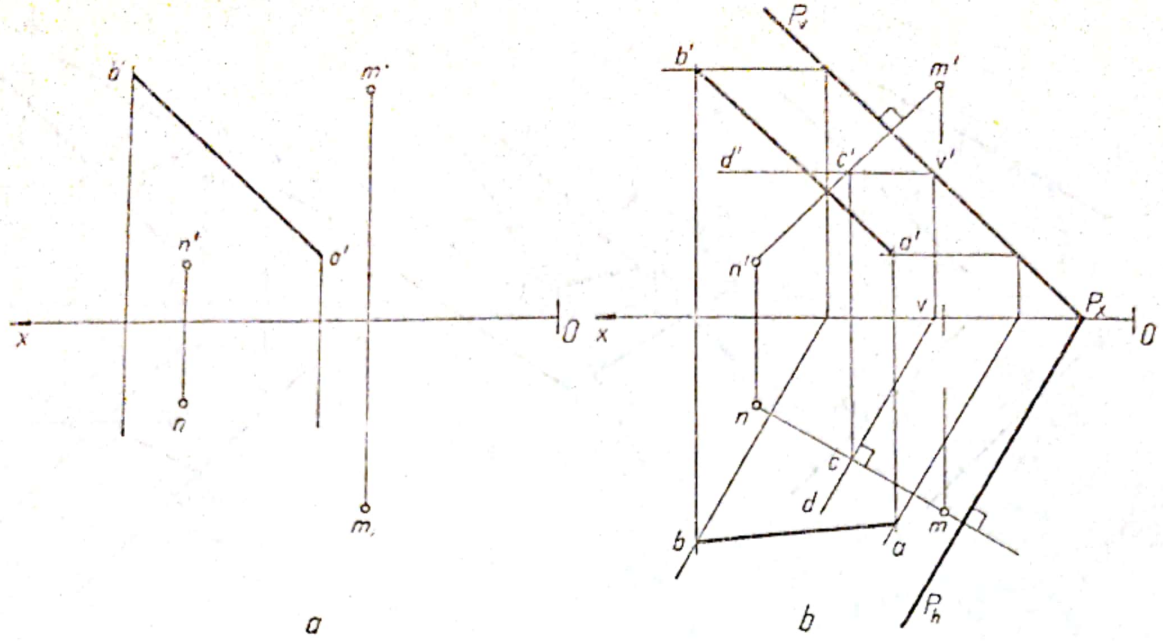


Fig.3.53

utilizînd o dreaptă de nivel D. Punînd condiția ca punctele A și B să aparțină planului P, se determină proiecția orizontală ab a dreptei (fig. 3.53, *b*).

32. Să se determine locul geometric al punctelor din planul dreptelor paralele D și D_1, egal depărtate de punctele M și N (fig. 3.54, *a*).

Rezolvare. Locul geometric al punctelor egal depărtate de punctele M și N determină planul mediator al segmentului MN. Dreapta AB, de intersecție dintre planul mediator și planul dreptelor paralele, reprezintă mulțimea punctelor conținute de planul dreptelor paralele D și D_1, egal depărtate de punctele M și N (fig. 3.54, *b*).

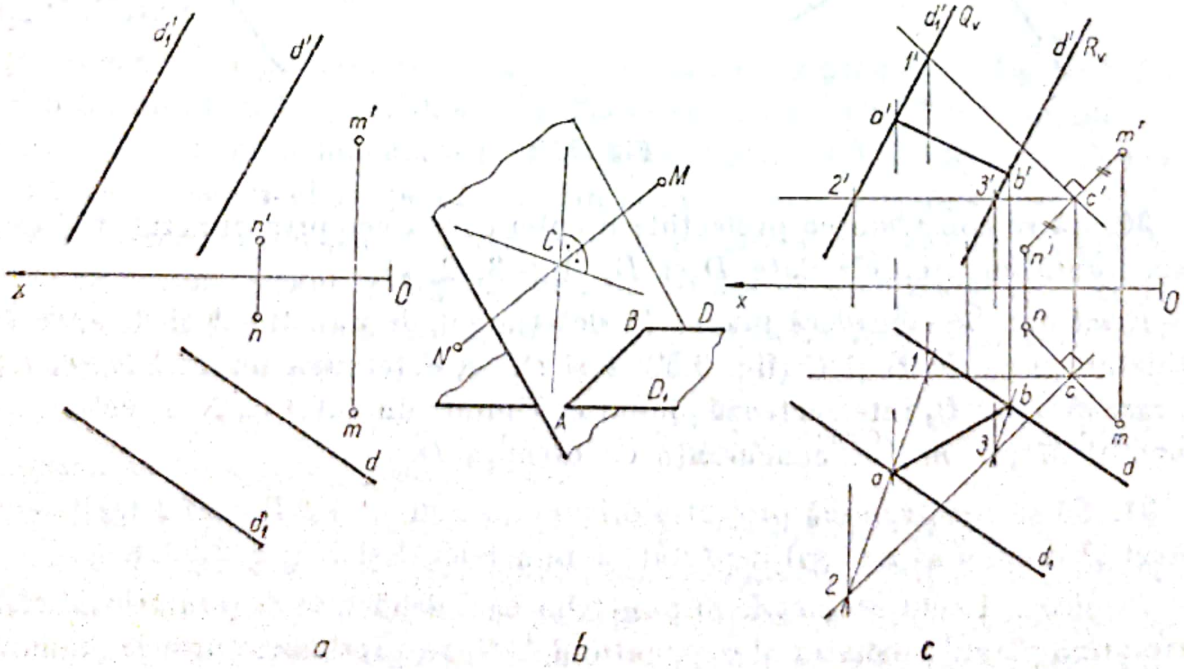


Fig. 3.54

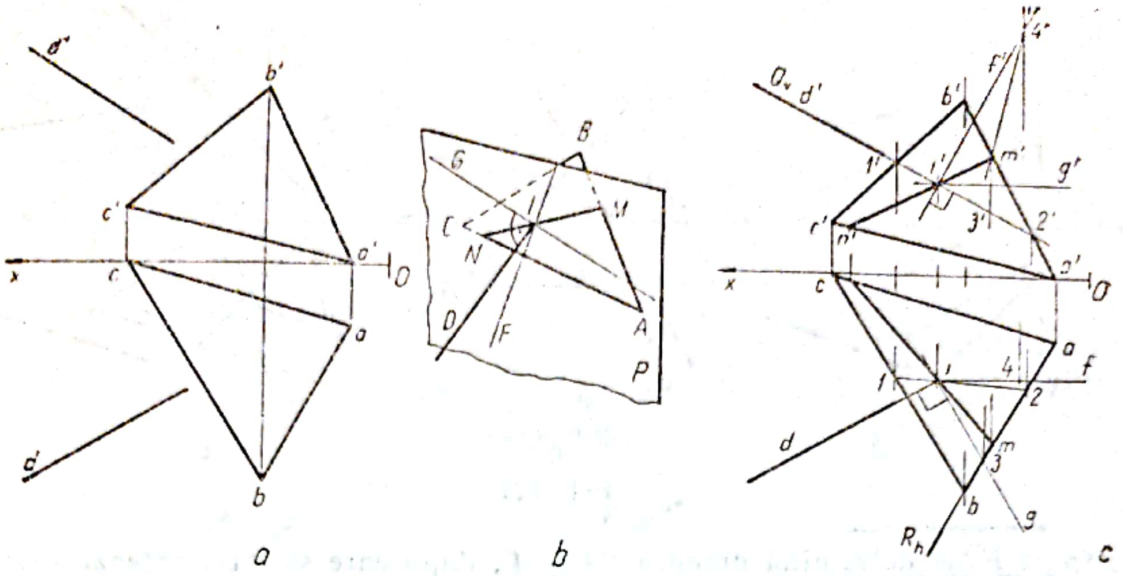


Fig. 3.55

33. Să se determine proiecţiile dreptei conţinute de triunghiul ABC, perpendiculară pe dreapta dată D (fig. 3.55, *a*).

Rezolvare. Se determină punctul de intersecţie I dintre dreapta D şi planul triunghiului ABC (fig. 3.55, *b* şi *c*). Prin punctul I se consideră planul P, perpendicular pe dreapta D, determinat de frontala $F(f, f')$ şi orizontala $G(g, g')$. Dreapta MN, de intersecţie dintre planul triunghiului şi planul perpendicular pe dreapta D, reprezintă dreapta conţinută de triunghiul ABC, perpendiculară pe dreapta D.

34. Să se construiască proiecţiile dreptei D, care trece prin punctul $M(m, m')$ şi este paralelă cu planul triunghiului ABC şi planul P, dat prin urme (fig. 3.56, *a*).

Rezolvare. O dreaptă este paralelă cu două plane, dacă este paralelă cu dreapta de intersecţie a acestor plane. Utilizînd planul de nivel N şi planul

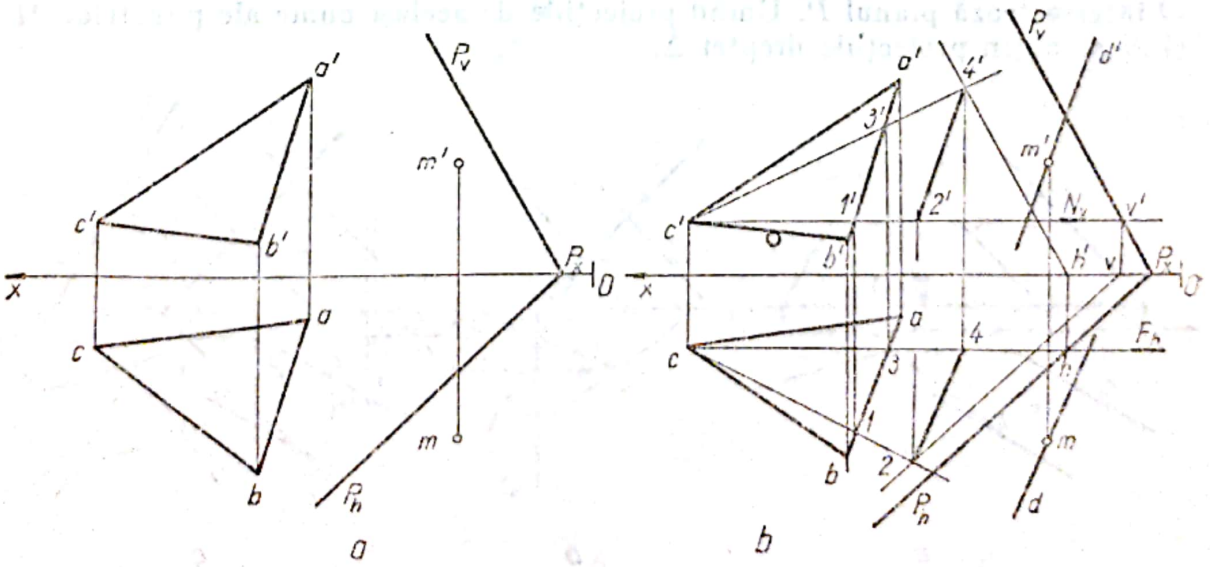


Fig. 3.56

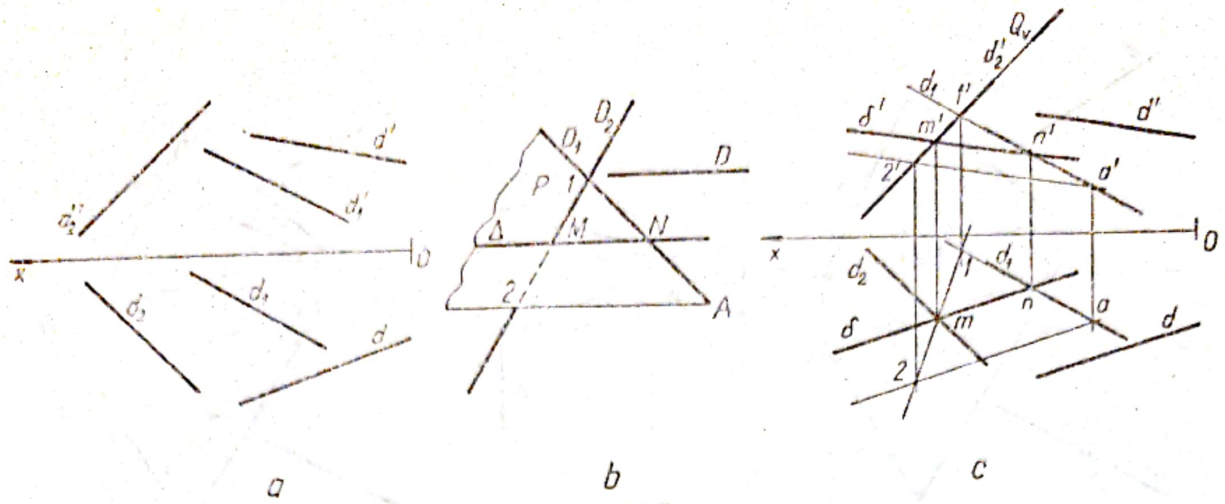


Fig. 3.57

de front F, se determină dreapta 24, $2'4'$, după care se intersectează planul triunghiului ABC cu planul P. Prin m' se trasează d', paralelă cu $2'4'$, iar prin m, dreapta d, paralelă cu 24 (fig. 3.56, b).

35. Să se construiască proiecțiile dreptei Δ, paralelă cu dreapta D și concurentă cu dreptele oarecare D_1 și D_2 (fig. 3.57, a).

Rezolvare. Prin dreapta D_1 se consideră planul P, paralel cu dreapta D, utilizînd dreapta $A2$, concurentă cu D_1 și paralelă cu D (fig. 3.57, b și c). Se determină punctul M, în care dreapta D_2 intersectează planul P. Prin punctul M (m, m') se trasează proiecțiile dreptei Δ (δ, δ^1), paralelă cu dreapta D, și se determină punctul N (n, n') de concurență cu dreapta D. (fig. 3.57, c).

36. Să se determine proiecțiile dreptei Δ, care trece prin punctul M, este paralelă cu planul determinat de dreptele paralele D_1 și D_2 și concurentă cu dreapta D (fig. 3.58, a).

Rezolvare. Se consideră prin punctul M planul P, paralel cu planul dreptelor D_1 și D_2 (fig. 3.58, b și c). În figura 3.58, c, planul P este determinat de dreapta $M3$, paralelă cu dreptele D_1 și D_2 și dreapta $M4$, paralelă cu dreapta de nivel 12. Utilizînd planul de capăt Q, se determină punctul N (n, n'), în care dreapta D intersectează planul P. Unind proiecțiile de același nume ale punctelor M și N se obțin proiecțiile dreptei Δ.

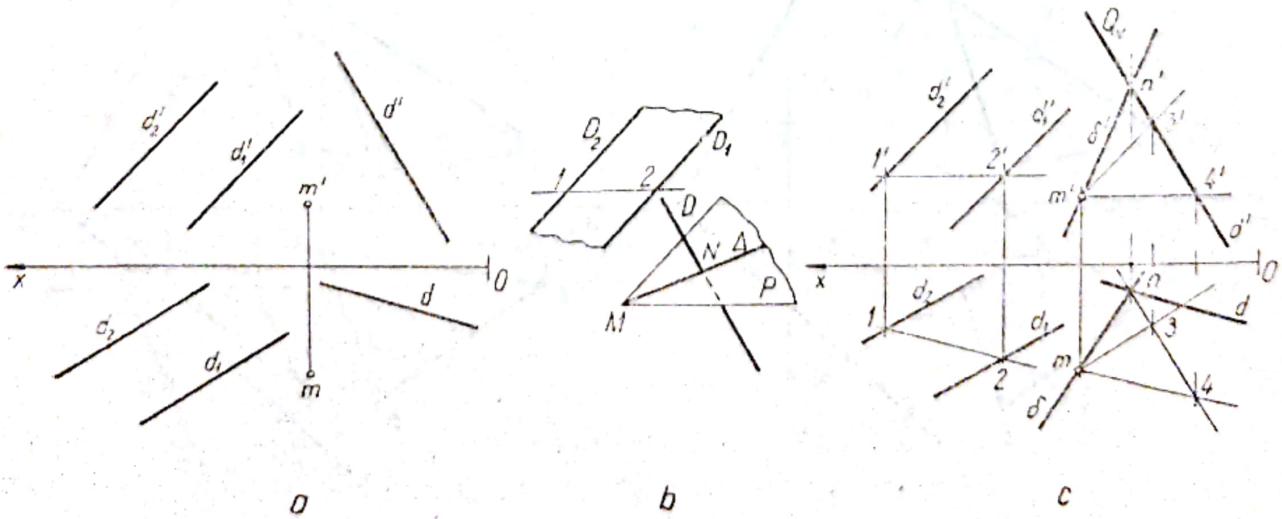


Fig. 3.58

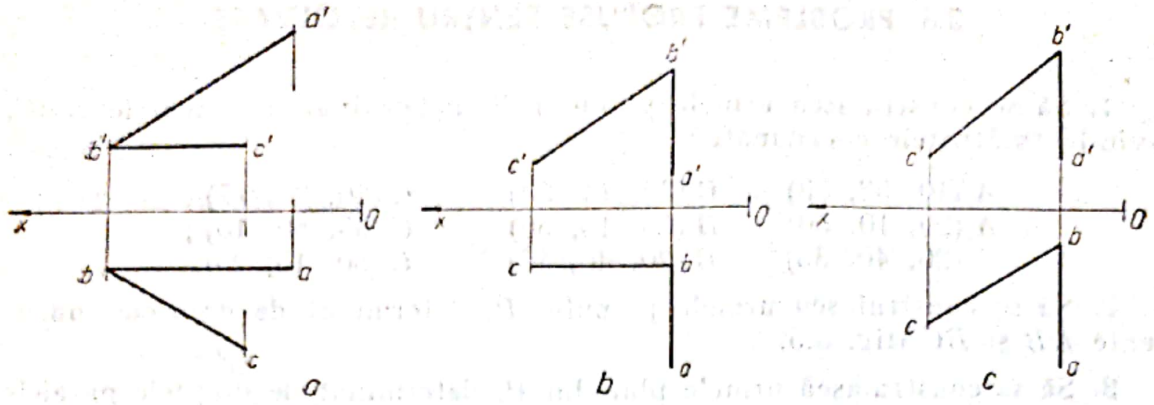


Fig. 3.59

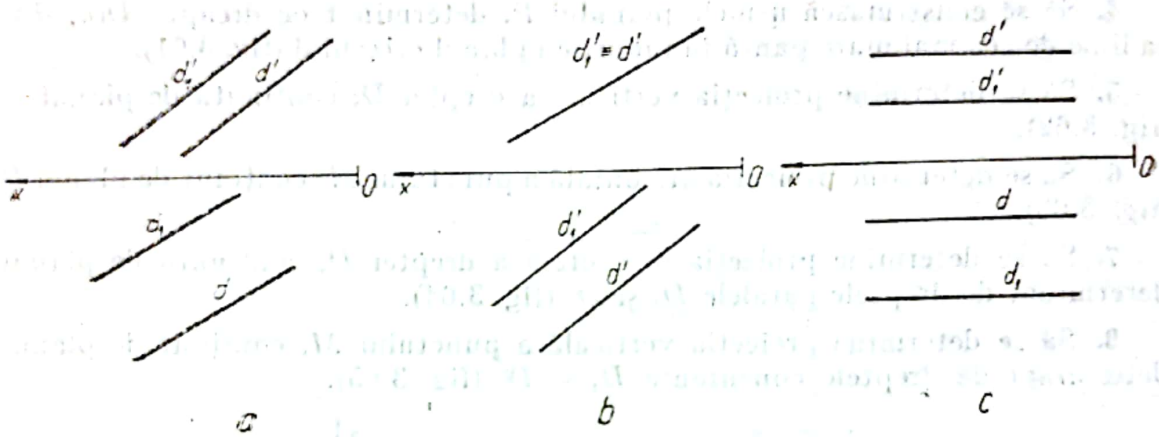


Fig. 3.60

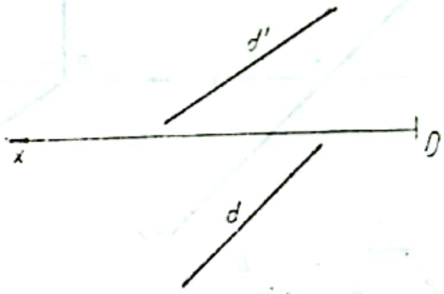


Fig. 3.61

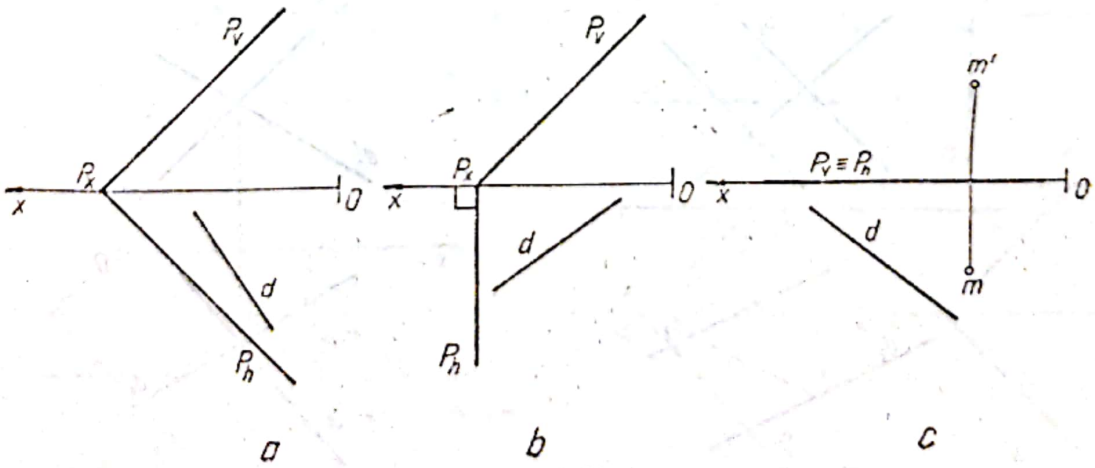


Fig. 3.62

3.8. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABC, avînd următoarele coordonate:

A (10, 53, 33)	B (30, 14, 54)	C (60, 20, 17);
A (20, 10, 50)	B (50, 10, 50)	C (65, 40, 10);
A (20, 40, 35)	B (20, 40, 15)	C (60, 15, 25).

2. Să se construiască urmele planului P, determinat de dreptele concurente AB și BC (fig. 3.59).

3. Să se construiască urmele planului P, determinat de dreptele paralele D și D_1 (fig. 3.60).

4. Să se construiască urmele planului P, determinat de dreapta $D(d, d')$, ca linie de cea mai mare pantă în raport cu planul orizontal (fig. 3.61).

5. Să se determine proiecția verticală a dreptei D, conținută de planul P (fig. 3.62).

6. Să se determine proiecția orizontală a punctului M, conținut de planul P (fig. 3.63).

7. Să se determine proiecția orizontală a dreptei D, conținută de planul determinat de dreptele paralele D_1 și D_2 (fig. 3.64).

8. Să se determine proiecția verticală a punctului M, conținut de planul determinat de dreptele concurente D_1 și D_2 (fig. 3.65).

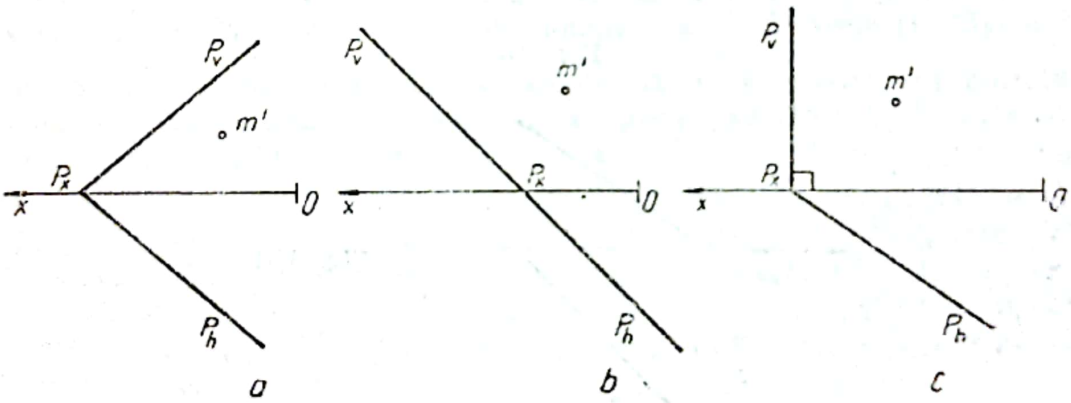


Fig. 3.63

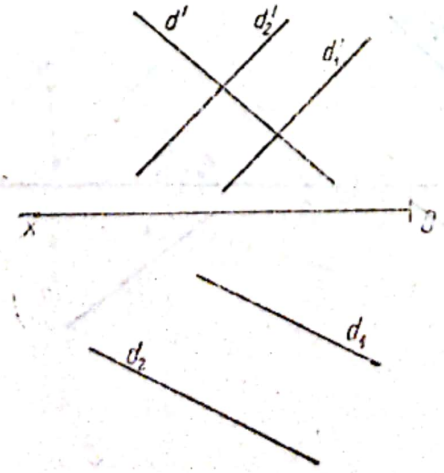


Fig. 3.64

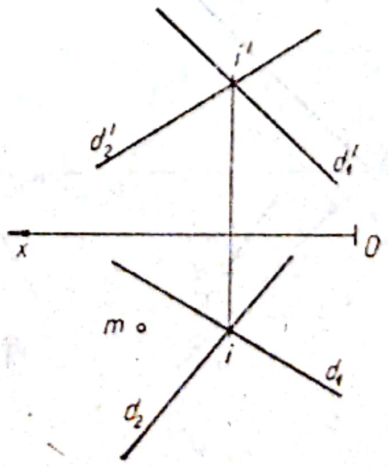


Fig. 3.65

Scanned with OKEN Scanner

9. Să se determine proiecția orizontală a triunghiului ABC, conținut de planul P (fig. 3.66).

10. Să se construiască urmele planului Q, care conține punctul M și este paralel cu planul P (fig. 3.67).

11. Să se determine dreapta de intersecție dintre două plane (fig. 3.68).

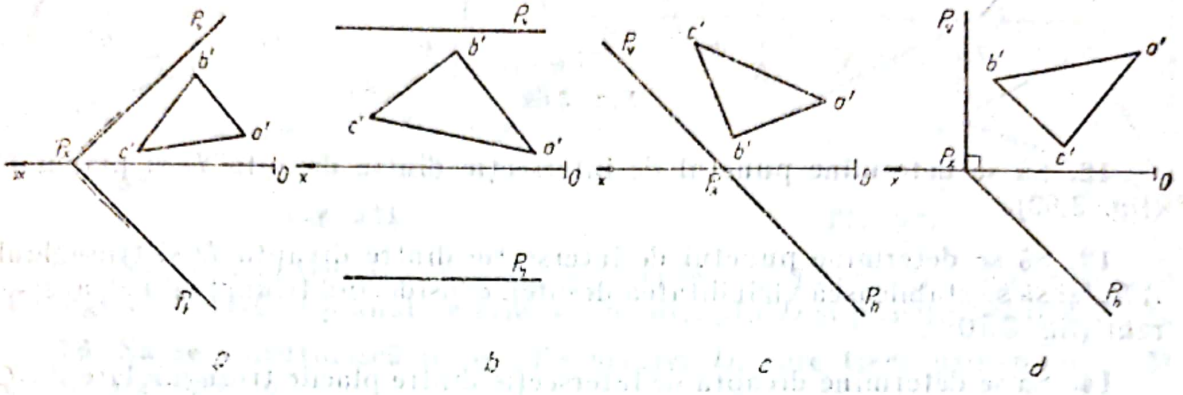


Fig. 3.66

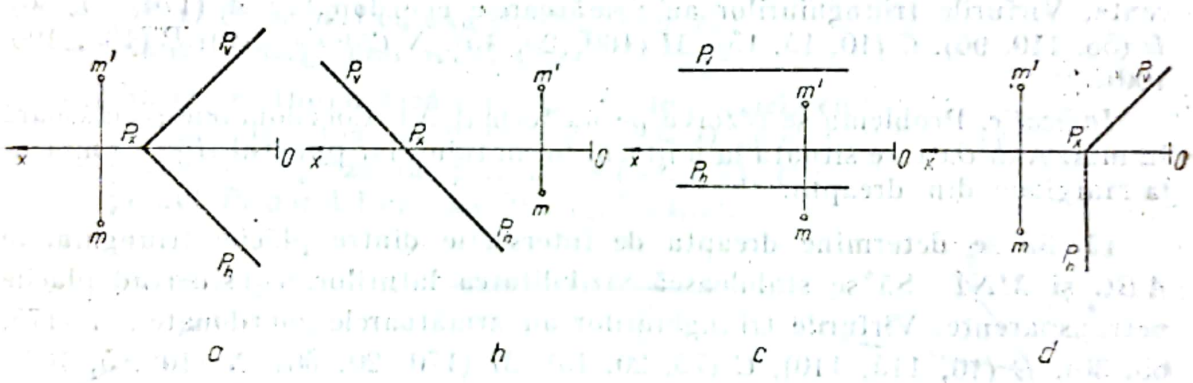


Fig. 3.67

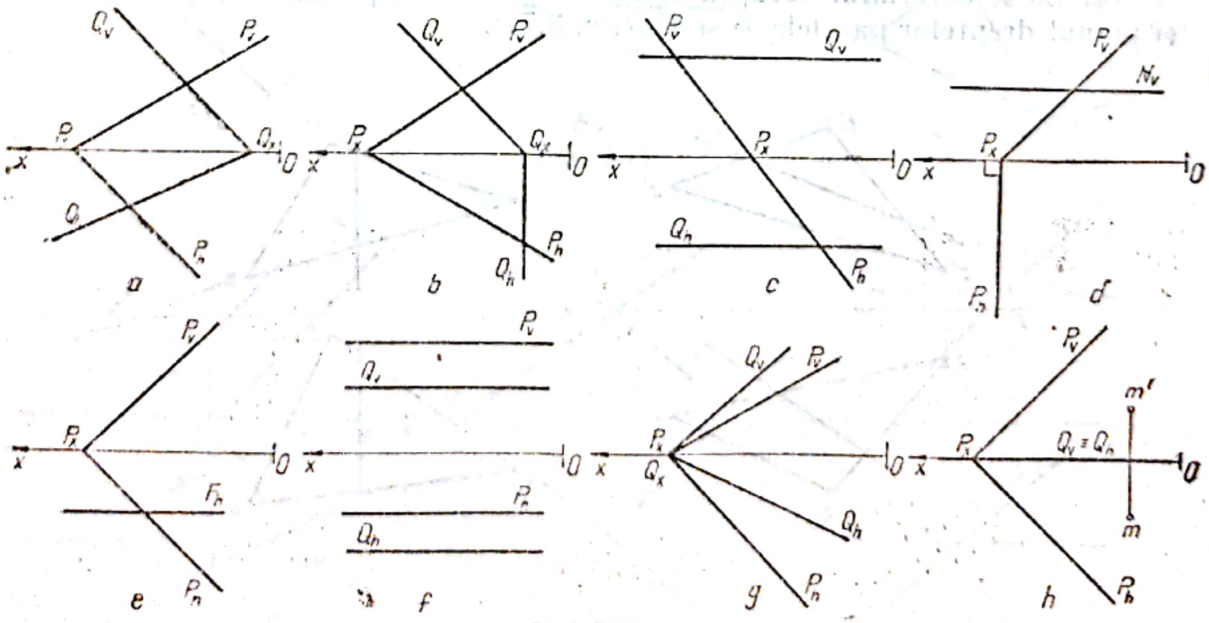


Fig. 3.68

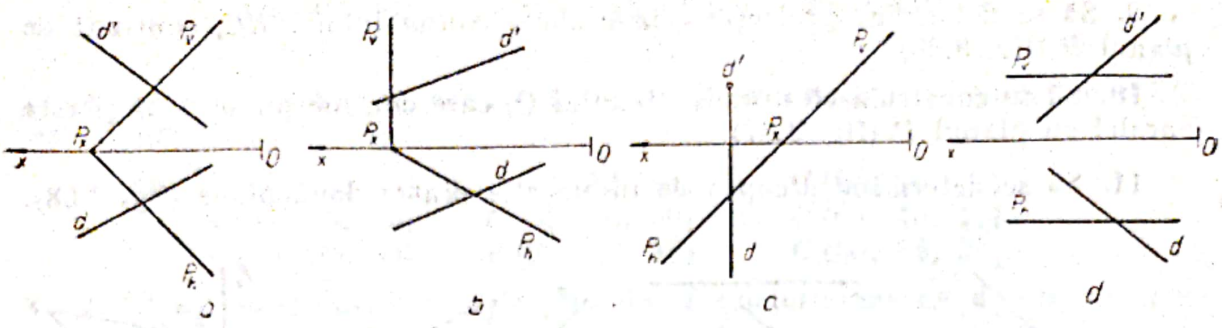


Fig. 3.69

12. Să se determine punctul de intersecție dintre dreapta D și planul P (fig. 3.69).

13. Să se determine punctul de intersecție dintre dreapta D și triunghiul ABC și să se stabilească vizibilitatea dreptei, considerînd triunghiul netransparent (fig. 3.70).

14. Să se determine dreapta de intersecție dintre plăcile triunghiulare ABC și MNP. Să se stabilească vizibilitatea laturilor, considerînd plăcile netransparente. Vîrfurile triunghiurilor au următoarele coordonate: A (170, 70, 30), B (55, 110, 96), C (10, 15, 15), M (160, 20, 15), N (20, 60, 10), P (135, 100, 100).

Indicație. Problema se rezolvă pe un format A4. Coordonatele se măsoară în mm. Axa Ox este situată la mijlocul formatului, iar punctul O la 15 mm de la marginea din dreapta.

15. Să se determine dreapta de intersecție dintre plăcile triunghiulare ABC și MNP. Să se stabilească vizibilitatea laturilor, considerînd plăcile netransparente. Vîrfurile triunghiurilor au următoarele coordonate: A (175, 65, 30), B (10, 115, 110), C (75, 20, 15), M (170, 20, 60), N (100, 5, 100), P (20, 125, 15). Se utilizează indicațiile date la problema 14.

16. Să se determine dreapta de intersecție dintre planul triunghiului ABC și planul dreptelor paralele D și D_1 (fig. 3.71).

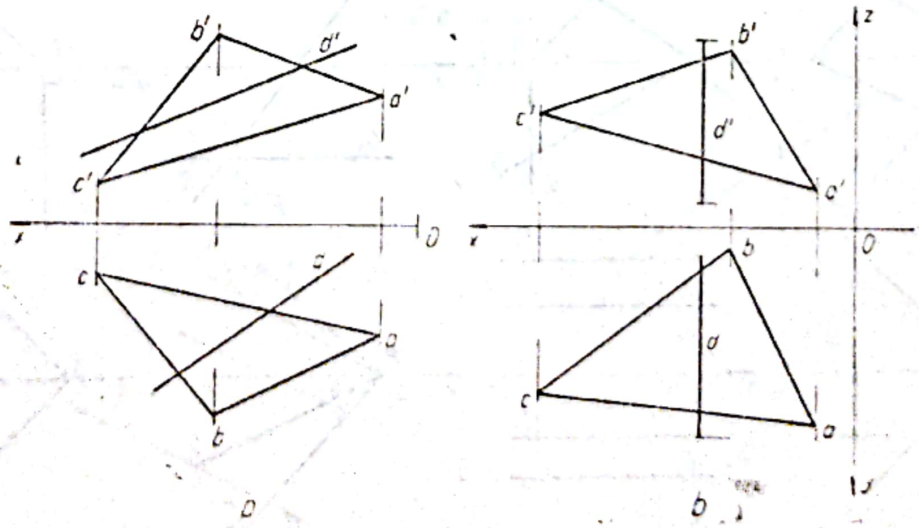


Fig. 3.70

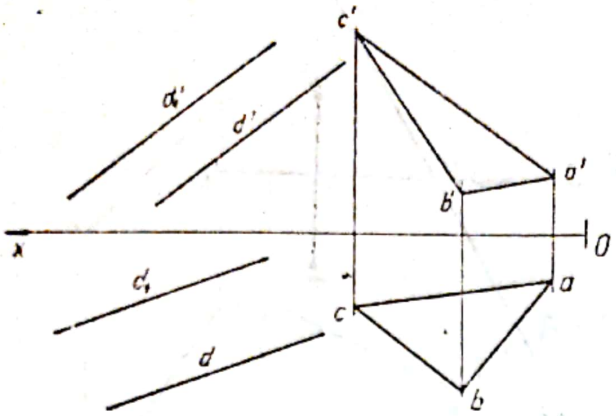


Fig. 3.71

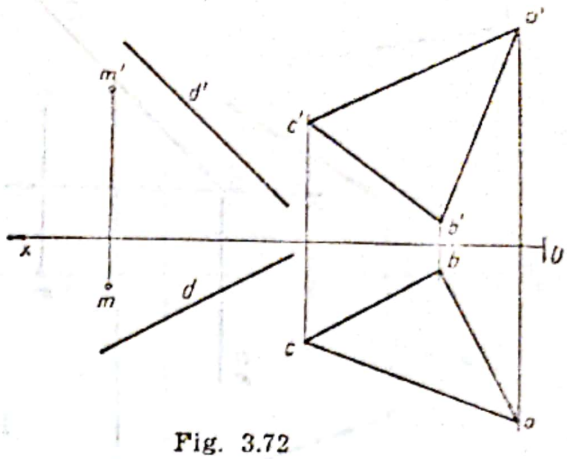


Fig. 3.72

17. Să se construiască proiecțiile dreptei de intersecție dintre planul triunghiului ABC și planul determinat de dreapta D și punctul M (fig. 3.72).

18. Să se construiască proiecțiile dreptei D, care trece prin punctul M și este paralelă cu :

— planul P, reprezentat prin urme (fig. 3.73, *a*) ;
— planul Q, paralel cu axa Ox (fig. 3.73, *b*) ;
— planul triunghiului ABC (fig. 3.73, *c*).

19. Să se determine dacă dreapta D este paralelă cu :

— planul determinat de dreptele paralele D_1 și D_2 (fig. 3.74, *a*) ;
— planul P, reprezentat prin urme (fig. 3.74, *b*) ;
— planul P, paralel cu axa Ox (fig. 3.74, *c*).

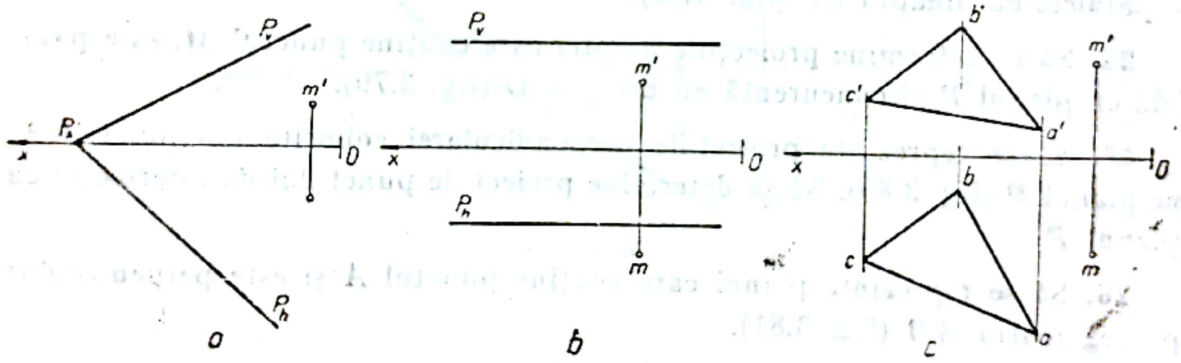


Fig. 3.73

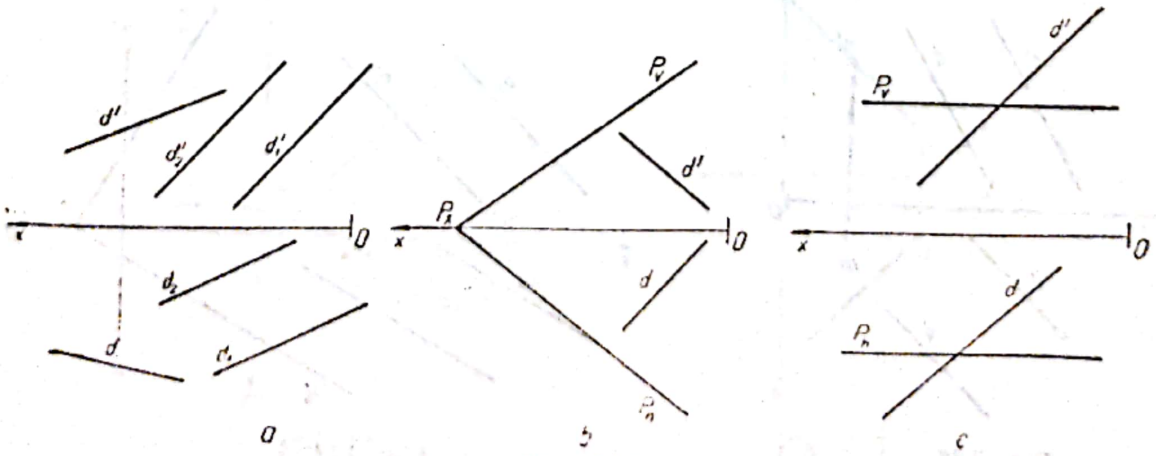


Fig. 3.74

Scanned with OKEN Scanner

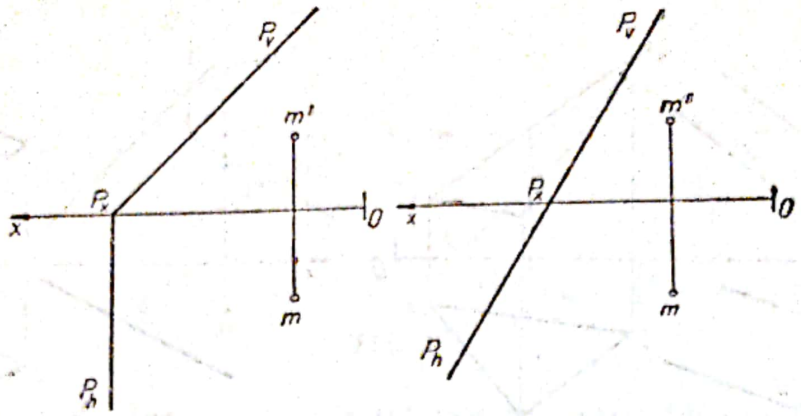


Fig. 3.75

20. Să se construiască urmele planului Q, care conține punctul M și este paralel cu planul P (fig. 3.75).

21. Să se reprezinte planul care conține punctul M și este paralel cu planul determinat de dreptele paralele D și D_1 (fig. 3.76).

22. Să se determine proiecțiile dreptei care conține punctul M și este paralelă cu planul P, reprezentat prin urme, și planul definit de dreptele paralele D_1 și D_2 (fig. 3.77).

23. Să se determine proiecțiile dreptei, concurentă cu dreptele AB și CD și paralelă cu dreapta EF (fig. 3.78).

24. Să se determine proiecțiile dreptei care conține punctul M, este paralelă cu planul P și concurentă cu dreapta D (fig. 3.79).

25. Să se reprezinte proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul M pe planul P (fig. 3.80). Să se determine proiecțiile punctului de intersecție cu planul P.

26. Să se reprezinte planul care conține punctul A și este perpendicular pe segmentul AB (fig. 3.81).

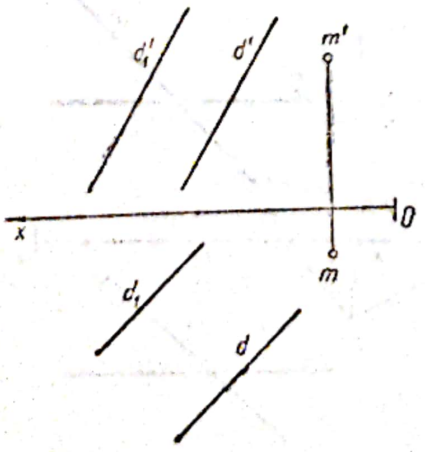


Fig. 3.76

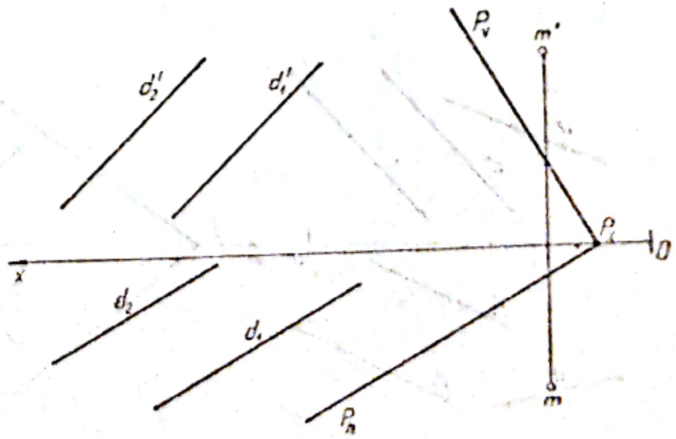


Fig. 3.77

Scanned with OKEN Scanner

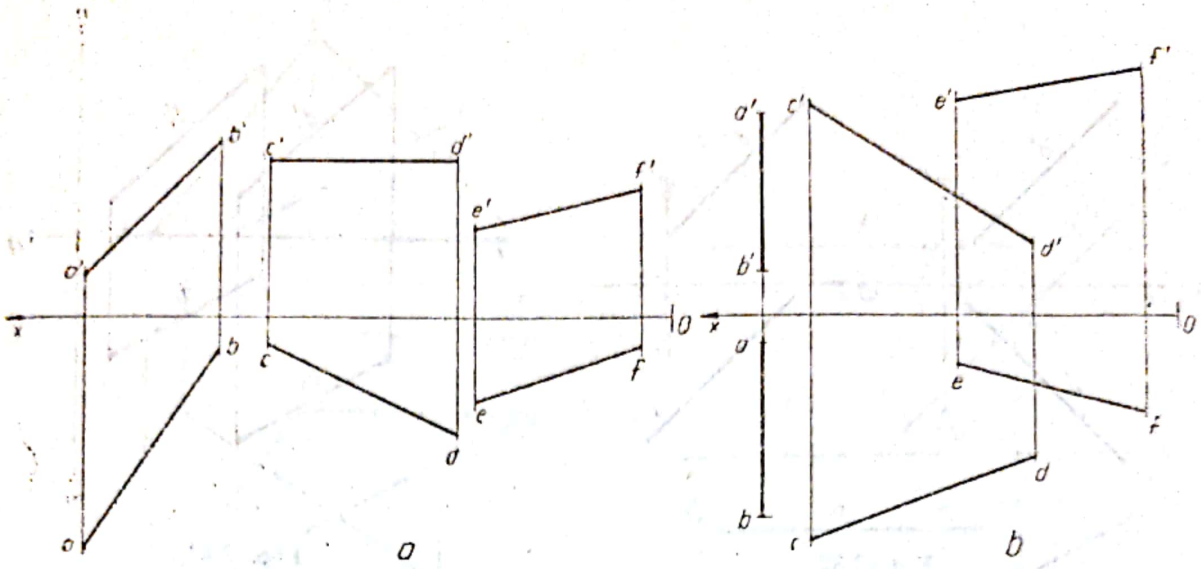


Fig. 3.78

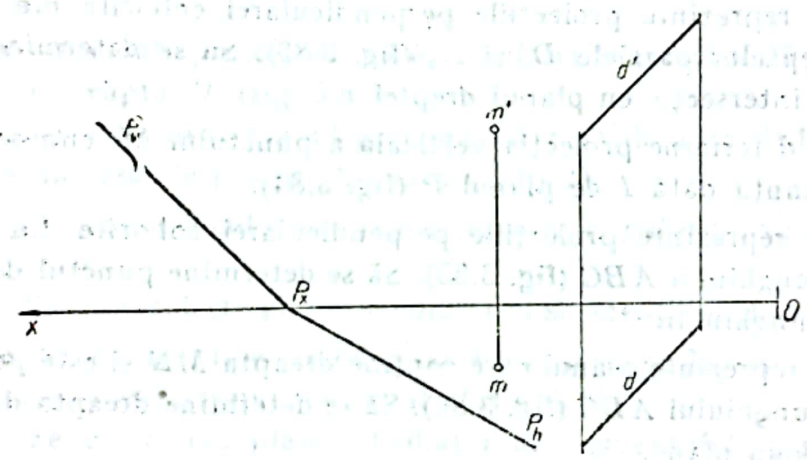


Fig. 3.79

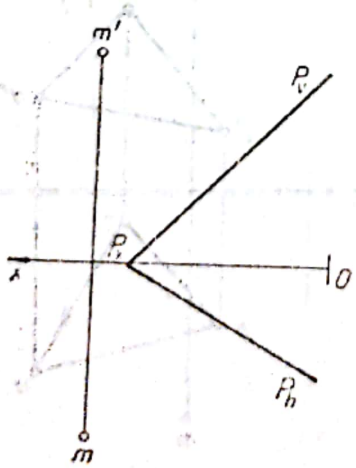


Fig. 3.80

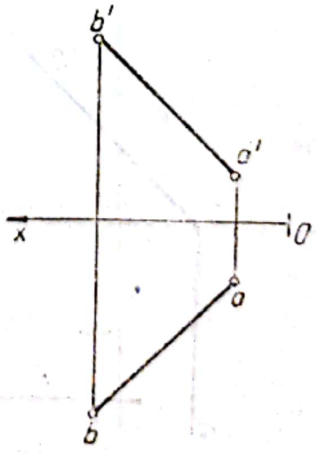


Fig. 3.81

Scanned with OKEN Scanner

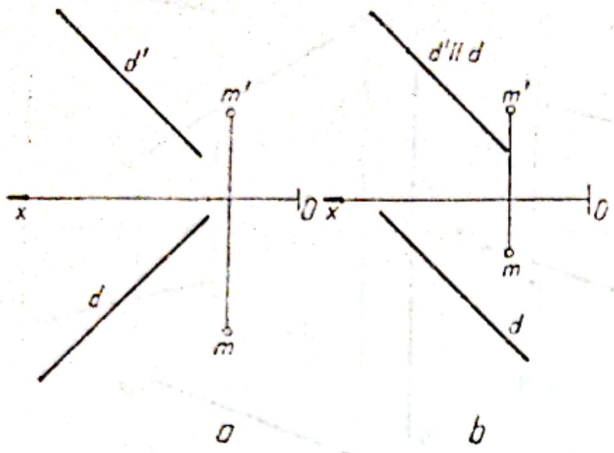


Fig. 3.82

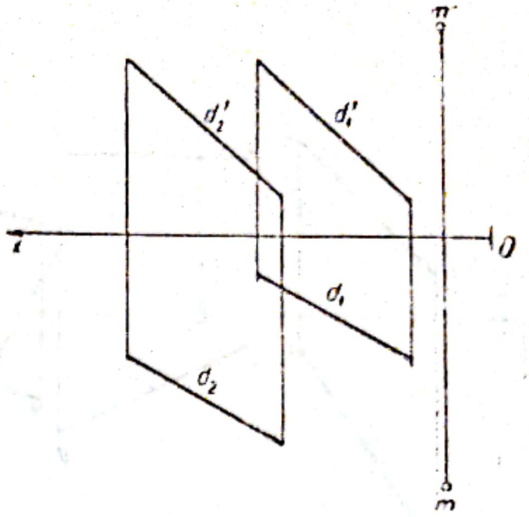


Fig. 3.83

27. Să se determine urmele planului P, care conține punctul M și este perpendicular pe dreapta dată D (fig. 3.82).

28. Să se reprezinte proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul M pe planul dreptelor paralele D_1 și D_2 (fig. 3.83). Să se determine proiecțiile punctului de intersecție cu planul dreptelor.

29. Să se determine proiecția verticală a punctului M, cunoscînd că este situat la distanța dată l de planul P (fig. 3.84).

30. Să se reprezinte proiecțiile perpendicularei coborîte din punctul M pe planul triunghiului ABC (fig. 3.85). Să se determine punctul de intersecție cu planul triunghiului.

31. Să se reprezinte planul care conține dreapta MN și este perpendicular pe planul triunghiului ABC (fig. 3.86). Să se determine dreapta de intersecție dintre cele două plane.

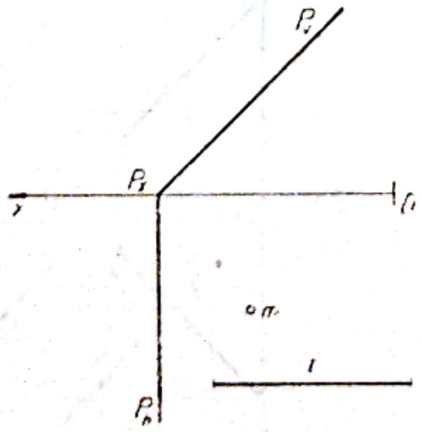


Fig. 3.84

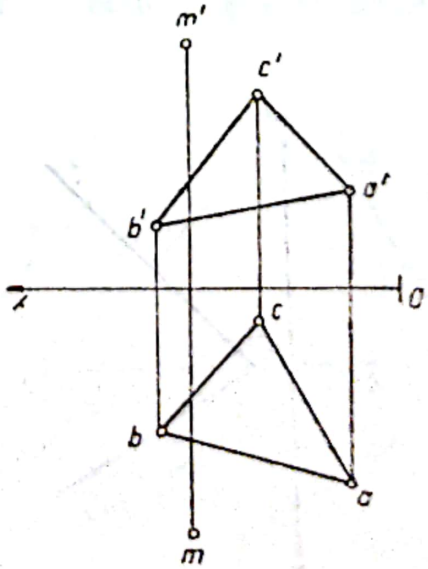


Fig. 3.85

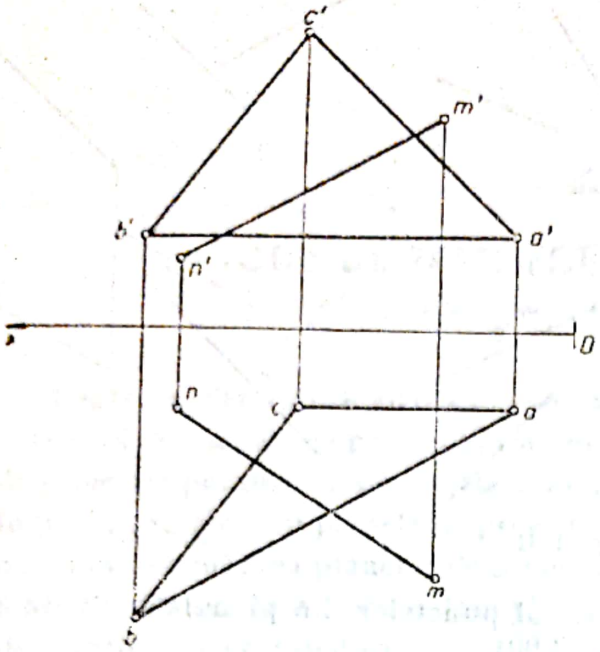


Fig. 3.86

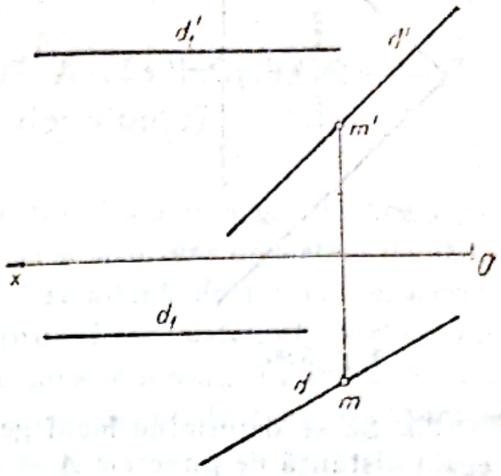


Fig. 3.87

32. Să se reprezinte proiecțiile perpendicularei în punctul M pe dreapta D concurentă cu dreapta D_1 (fig. 3.87).

Indicație. Se determină planul perpendicular pe dreapta D în punctul M și punctul de intersecție dintre plan și dreapta D_1.

33. Să se determine locul geometric al punctelor egal depărtate de punctele A și B (fig. 3.88).

Indicație. Se construiește planul mediator al segmentului AB.

34. Să se determine proiecția orizontală a punctului M, astfel încît să fie situat la distanță egală de punctele A și B (fig. 3.89).

Indicație. Se determină planul mediator al segmentului AB și proiecția orizontală a punctului M, conținut de acest plan.

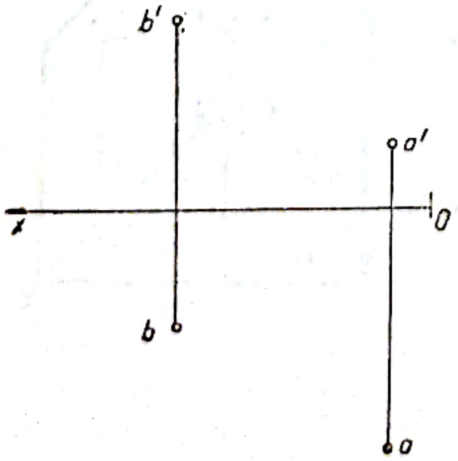


Fig. 3.88

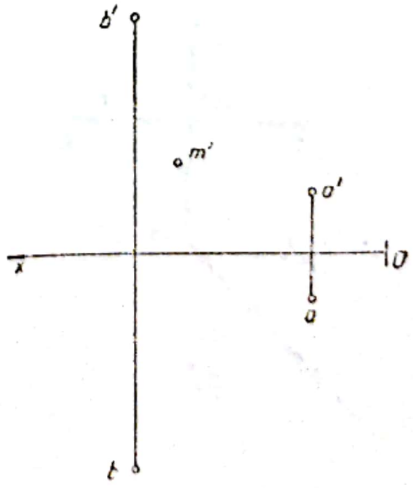


Fig. 3.89

Scanned with OKEN Scanner

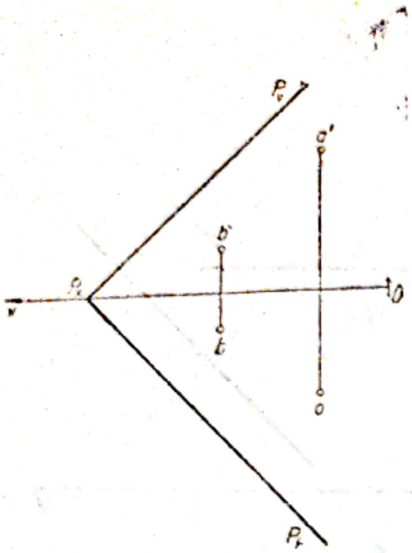


Fig. 3.90

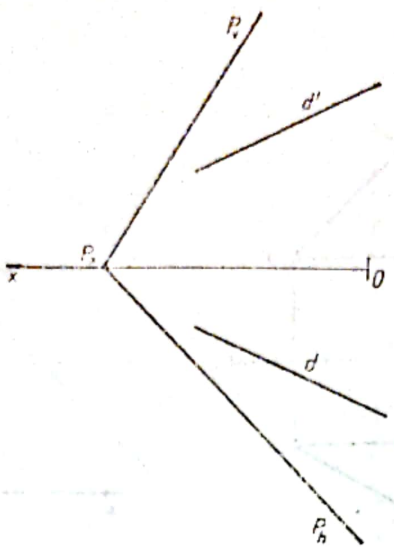


Fig. 3.91

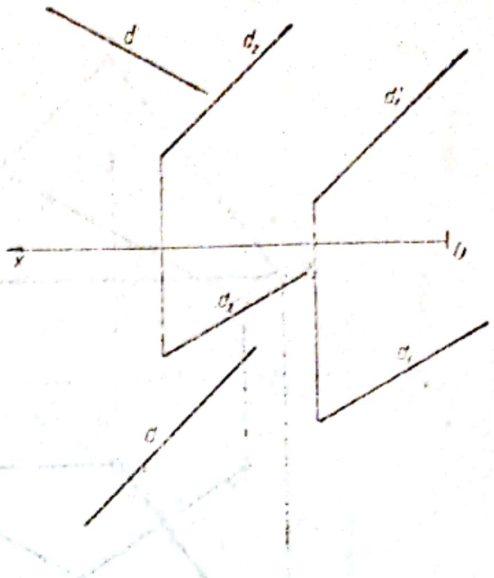


Fig. 3.92

35. Să se determine locul geometric al punctelor din planul P situate la egală distanță de punctele A și B (fig. 3.90).

Indicație. Se determină planul mediator al segmentului AB. Dreapta de intersecție dintre cele două plane reprezintă locul geometric al punctelor egal depărtate de cele două puncte.

36. Să se reprezinte proiecțiile dreptei, conținută de planul P și concurentă cu dreapta D sub un unghi drept (fig. 3.91).

Indicație. Prin punctul de intersecție dintre dreaptă și plan, se construiește planul Q, perpendicular pe dreapta D. Dreapta de intersecție a celor două plane reprezintă dreapta cerută.

37. Să se construiască proiecțiile dreptei, conținută de planul dreptelor paralele D_1 și D_2 și concurentă cu dreapta D sub un unghi drept (fig. 3.92). Se vor folosi indicațiile date la problemele 36 (nerezolvate) și 29 (rezolvate)

Scanned with OKEN Scanner

4

METODE DE TRANSFORMARE A PROIECȚIILOR
(Metodele geometriei descriptive)

Pentru a determina adevărata mărime a unor elemente geometrice înclinate față de planele de proiecție, este necesar să se utilizeze un sistem de plane de proiecție paralele cu aceste elemente, sau să se aducă elementele respective în poziții paralele cu planele de proiecție. În primul caz, sistemul poartă denumirea de schimbarea planelor de proiecție, iar dacă se modifică poziția elementelor din spațiu, păstrîndu-se fixe planele de proiecție, se efectuează o operație de rotație sau de rabotare.

4.1. SCHIMBAREA PLANELOR DE PROIECȚIE

Schimbarea planului vertical pentru un punct. Se consideră punctul M, reprezentat dublu ortogonal în sistemul de plane V și H (fig. 4.1, *a*). Prin introducerea planului vertical V_1, se formează sistemul de plane H/V_1 și rezultă axa O_1x_1. În aceste condiții, proiecția orizontală și cota punctului ($Mm = m'm_x = m_{x1}m_1'$) rămîn neschimbate și se utilizează pentru determinarea proiecției verticale m_1' în reprezentarea plană (fig. 4.1, *b*).

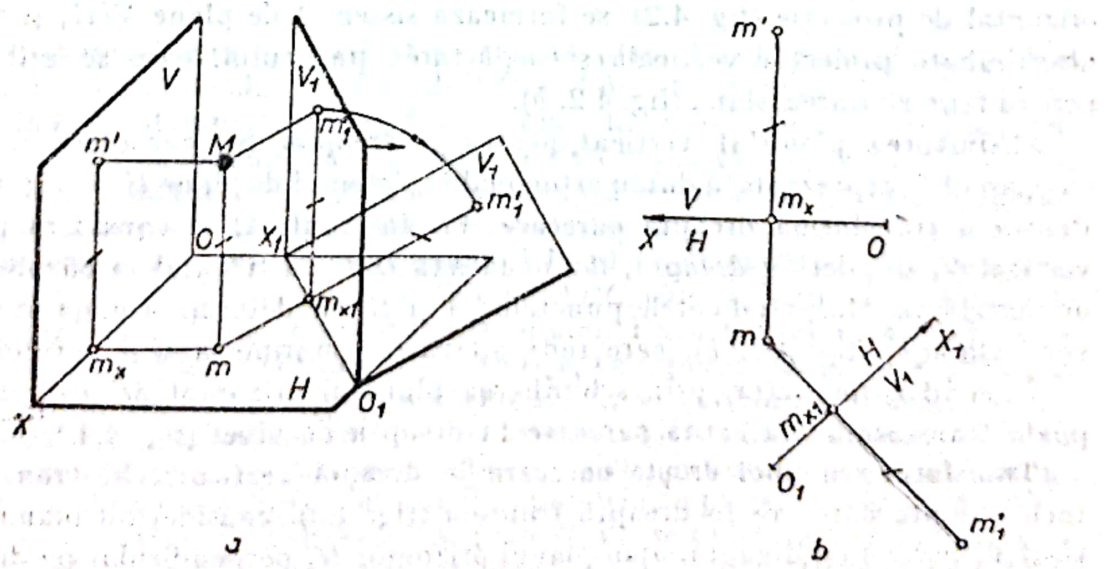


Fig. 4.1

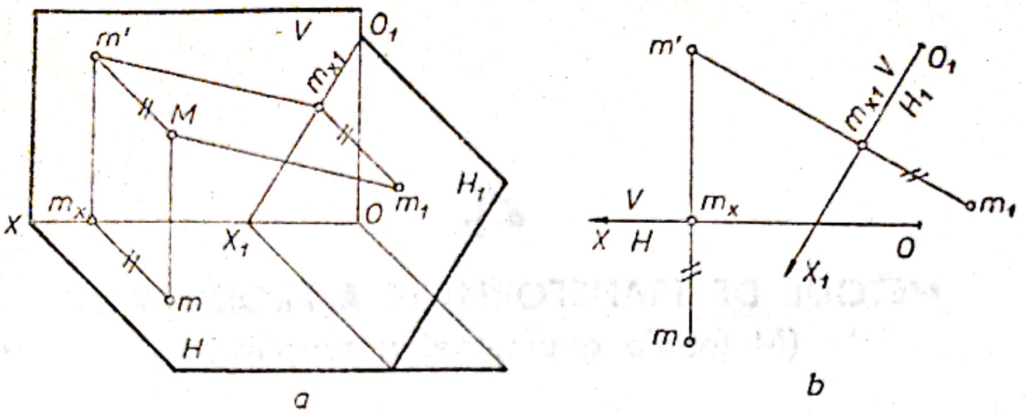


Fig. 4.2

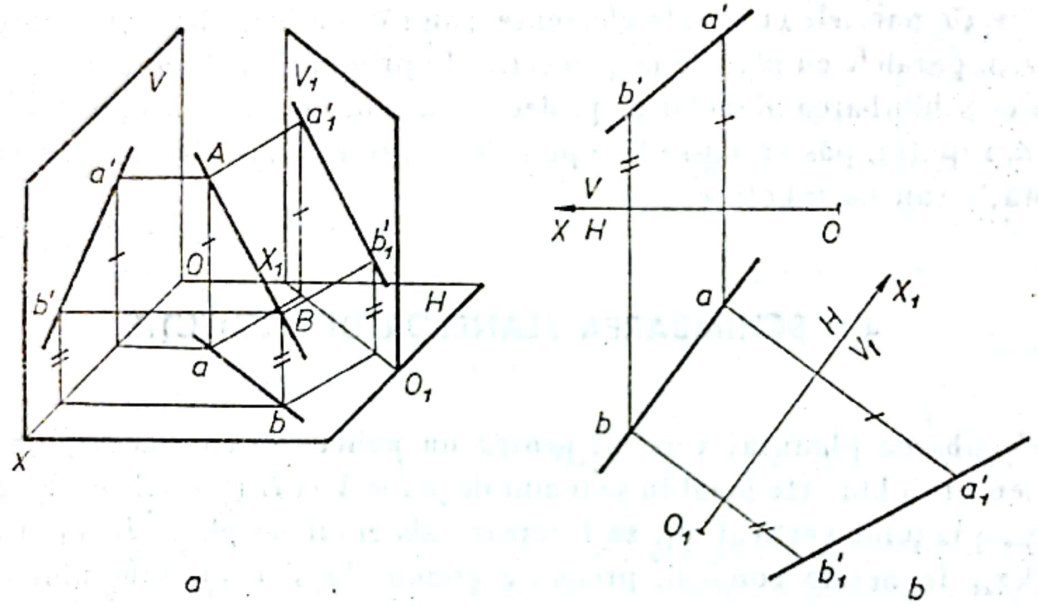


Fig. 4.3

Schimbarea planului orizontal pentru un punct. Prin schimbarea planului orizontal de proiecție (fig. 4.2), se formează sistemul de plane V/H_1 și rămîn neschimbate proiecția verticală și depărtarea punctului, care se utilizează pentru reprezentarea plană (fig. 4.2, *b*).

Schimbarea planului vertical pentru o dreaptă. Se consideră dreapta oarecare AB, reprezentată dublu ortogonal în sistemul de plane H/V (fig. 4.3,*a*). Pentru a transforma dreapta oarecare AB în frontală, se consideră planul vertical V_1 paralel cu dreapta, iar noua axă O_1x_1 va fi paralelă cu proiecția orizontală ab. Măsurînd cotele punctelor A și B, se determină noua proiecție verticală $a'_1b'_1$ (fig. 4.3, *b*), care redă adevărata mărime a segmentului AB.

În mod asemănător, prin schimbarea planului orizontal de proiecție, se poate transforma o dreaptă oarecare în dreaptă de nivel (fig. 4.4.).

Transformarea unei drepte oarecare în dreaptă verticală. Se transformă întîi dreapta oarecare în dreaptă frontală (fig. 4.5), considerînd planul vertical V_1 paralel cu dreapta, apoi planul orizontal H_2 perpendicular pe dreaptă o transformă în verticală.

Scanned with OKEN Scanner

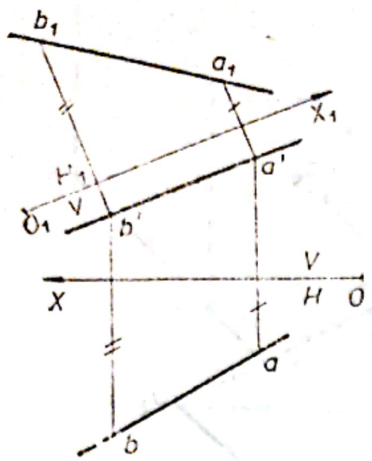


Fig. 4.4

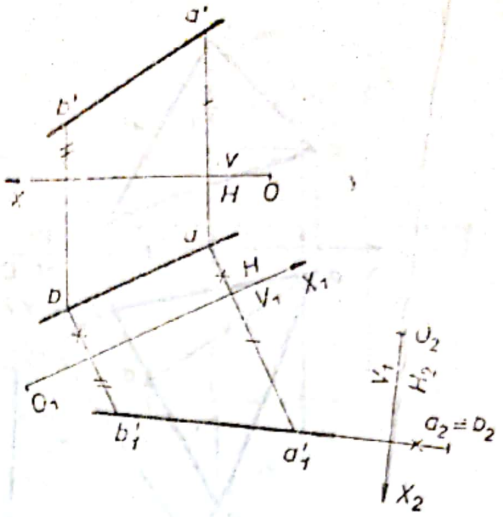
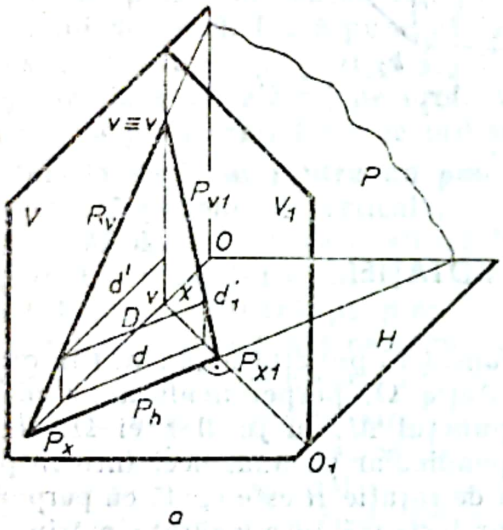


Fig. 4.5



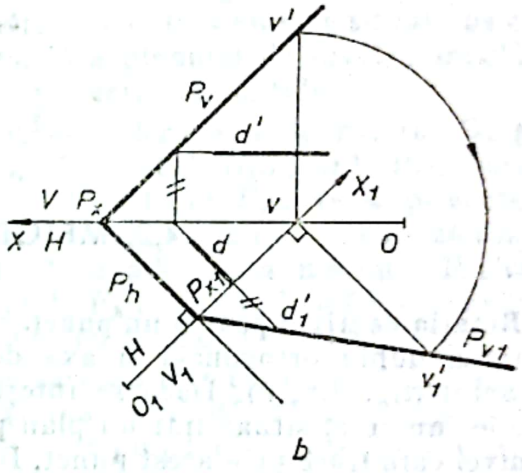


Fig. 4.6

Schimbarea planului vertical pentru un plan. Dacă se consideră planul vertical V_1 perpendicular pe planul P (fig. 4.6), atunci planul oarecare P se transformă în sistemul de plane H/V_1 în plan de capăt, axa O_1x_1 fiind perpendiculară pe urma orizontală P_h. Pentru determinarea urmei verticale P_{v1}, se utilizează punctul $V(v, v', v'_1)$ sau o dreaptă de nivel $D(d, d')$ a planului, care se transformă într-o dreaptă de capăt (fig. 4.6, *b*).

Transformarea planului unui triunghi în plan de capăt și plan de nivel. Pentru a transforma planul triunghiului ABC (fig. 4.7) în plan de capăt, se utilizează dreapta de nivel AD a planului. Dacă planul vertical V_1 este perpendicular pe planul triunghiului, axa O_1x_1 va fi perpendiculară pe proiecția orizontală ad. Măsurînd cotele punctelor ABC, se determină proiecția verticală $a'_1b'_1c'_1$ a triunghiului, care se transformă într-o linie dreaptă. Pentru a transforma planul triunghiului în plan de nivel, se consideră planul orizontal H_2 paralel cu triunghiul, deci axa O_2x_2 paralelă cu proiecția verticală $a'_1b'_1c'_1$. Măsurînd depărtările din sistemul de plan H/V_1, se obține adevărata mărime a triunghiului $a_2b_2c_2$. În sistemul de plane V_1/H_2, planul triunghiului ABC s-a transformat într-un plan de nivel.

Scanned with OKEN Scanner

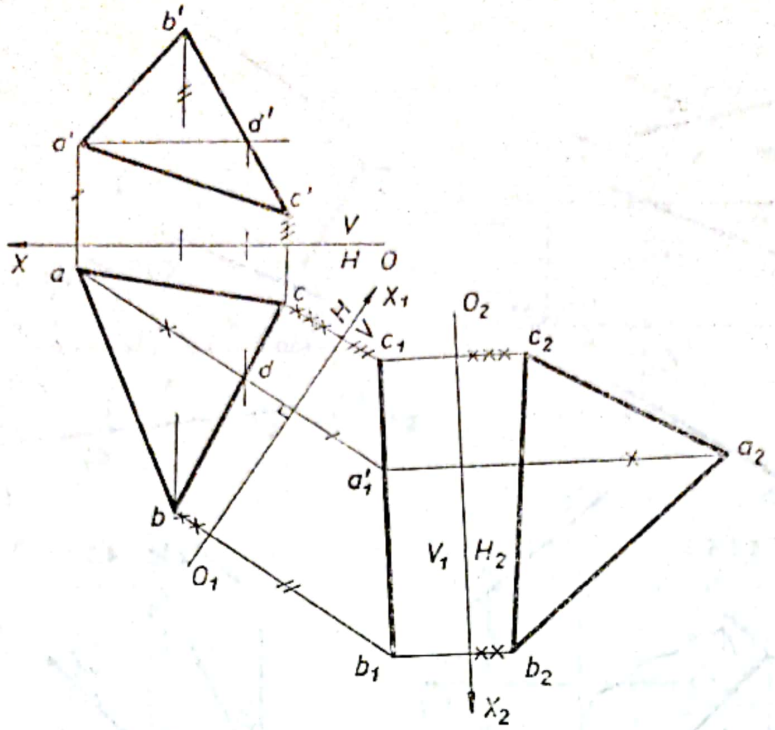


Fig. 4.7

4.2. METODA ROTAȚIEI

Rotația de nivel pentru un punct. Se consideră punctul $M(m, m')$ în reprezentarea dublu ortogonală și axa de rotație Ω, perpendiculară pe planul orizontal (fig. 4.8, *a*). Dacă se rotește punctul M, în jurul axei Ω, acesta descrie un cerc, situat într-un plan perpendicular pe axă, deci într-un plan de nivel care trece prin acest punct. Raza de rotație R este egală cu perpendiculara coborîtă din punct pe axă și se proiectează în adevărata mărime pe planul orizontal. Cercul descris de punctul M se proiectează în adevărata

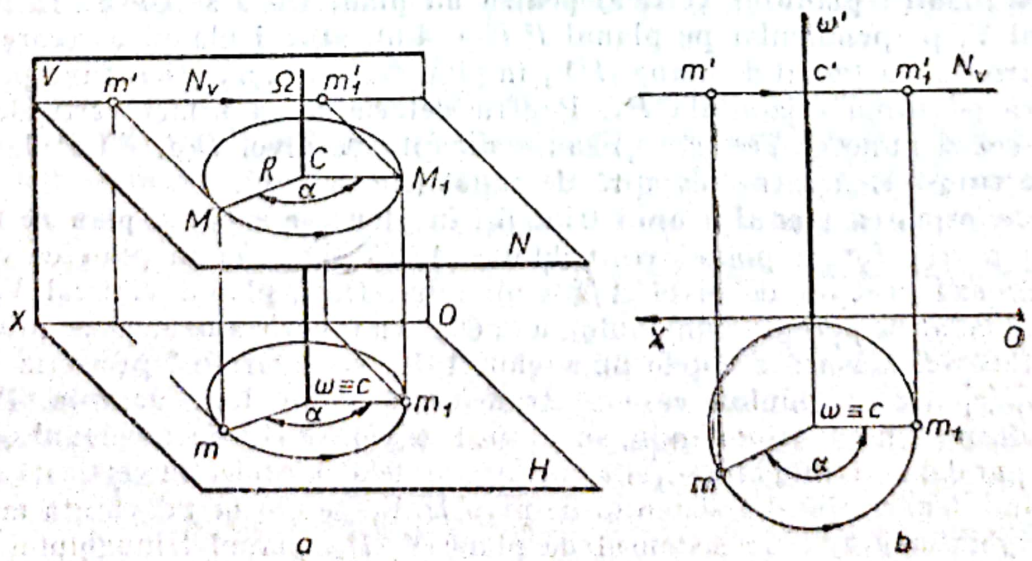


Fig. 4.8

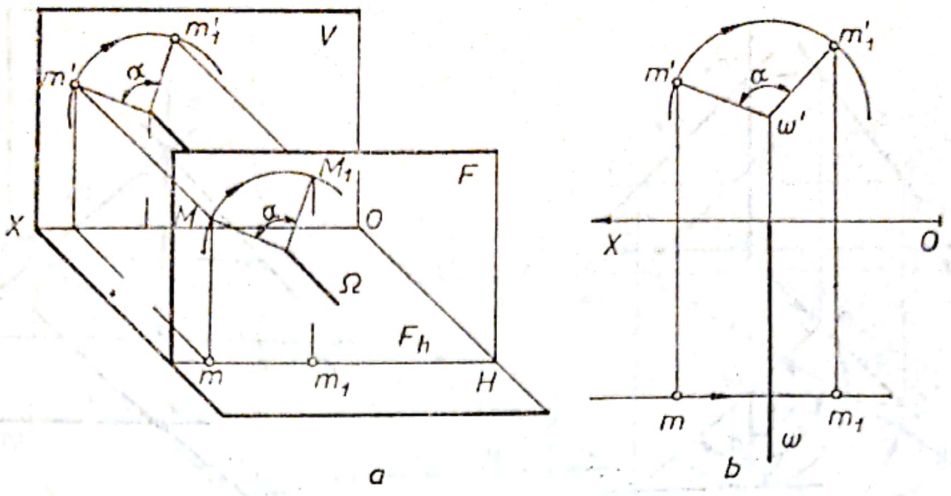


Fig. 4.9

mărime pe planul orizontal (fig. 4.8, *b*) şi are centrul *C* la intersecţia axei Ω cu planul de nivel. Dacă punctul *M* se roteşte cu unghiul α, în sensul notat prin săgeată, va ocupa poziţia M_1. Proiecţia orizontală m_1 este situată pe cerc, iar proiecţia verticală m'_1 pe urma verticală a planului de nivel, paralelă cu axa *OX* şi pe aceeaşi linie de ordine cu proiecţia orizontală.

Rotaţia de front pentru un punct. Se consideră axa de rotaţie Ω, perpendiculară pe planul vertical (fig. 4.9), şi punctul *M*(*m*, *m'*). Prin rotaţie punctul *M* descrie un cerc, situat în planul de front *F*, care se proiectează pe planul vertical tot ca un cerc. Raza de rotaţie şi unghiul cu care se roteşte punctul se proiectează pe planul vertical în adevărata mărime. Proiecţia orizontală m_1 este situată pe urma orizontală F_h a planului de front care trece prin punctul *M* şi pe aceeaşi linie de ordine cu proiecţia verticală m'_1.

Rotaţia unei drepte în jurul unei axe care nu este concurentă cu dreapta. Se consideră dreapta oarecare *D*(*d*, *d'*) şi axa de rotaţie Ω(ω, ω'), perpendiculară pe planul orizontal (fig. 4.10). Fiecare punct al dreptei se roteşte cu acelaşi unghi. Pentru a transforma dreapta oarecare într-o frontală, se utilizează perpendiculara comună dintre dreaptă şi axa de rotaţie, care se proiectează pe planul orizontal sub un unghi drept în punctul *M*(*m*, *m'*). Prin rotaţie, perpendiculara comună se transformă într-o dreaptă de capăt, iar un punct oarecare *N*(*n*, *n'*) se roteşte cu acelaşi unghi cu care s-a rotit punctul *M*.

Rotaţia unei drepte în jurul unei axe concurente cu dreapta. Rotaţia dreptei este mult simplificată, dacă se consideră axa de rotaţie concurentă cu dreapta (fig. 4.11). În acest caz, punctul de concurenţă *I*(*i*, *i'*) corespunde întotdeauna cu propriul său rotit. Pentru a transforma o dreaptă într-o frontală, se roteşte punctul *M*(*m*, *m'*) pînă cînd proiecţia orizontală d_1 devine paralelă cu axa *Ox*. Proiecţia verticală d'_1 este determinată de punctele *i'* şi m'_1.

Rotaţia planului. Se consideră planul oarecare *P* şi axa de rotaţie Ω(ω, ω'), perpendiculară pe planul orizontal (fig. 4.12). Pentru a determina poziţia rotită a planului, se consideră perpendiculara ω*m* pe urma orizontală P_h a planului. Perpendiculara ω*m* se roteşte cu acelaşi unghi α cu care se roteşte şi planul *P*. Prin m_1 se trasează urma orizontală a planului în poziţia rotită P_{1h}, perpendiculară pe ωm_1. Pentru a determina urma verticală a planului în poziţie rotită, se consideră dreapta de nivel *D*(*d*, *d'*), conţinută de planul *P*, care trece prin punctul de intersecţie dintre axa de rotaţie şi plan *I*(*i*, *i'*).

Scanned with OKEN Scanner

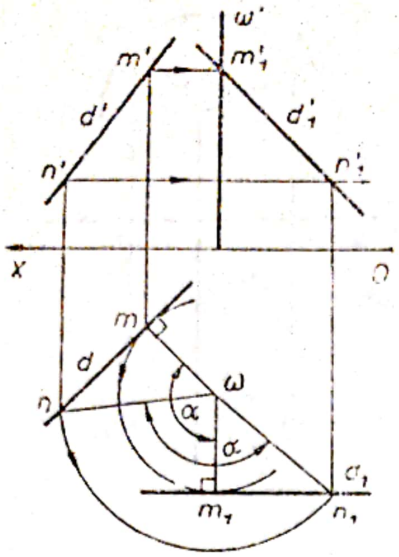


Fig. 4.10

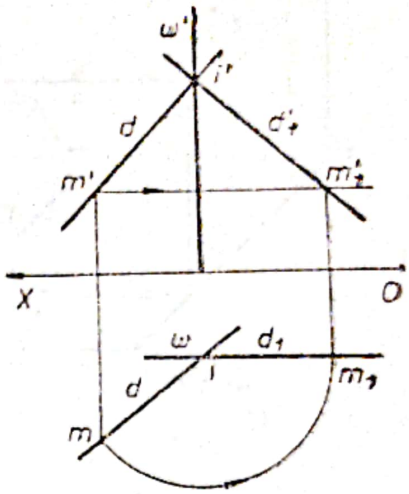


Fig. 4.11

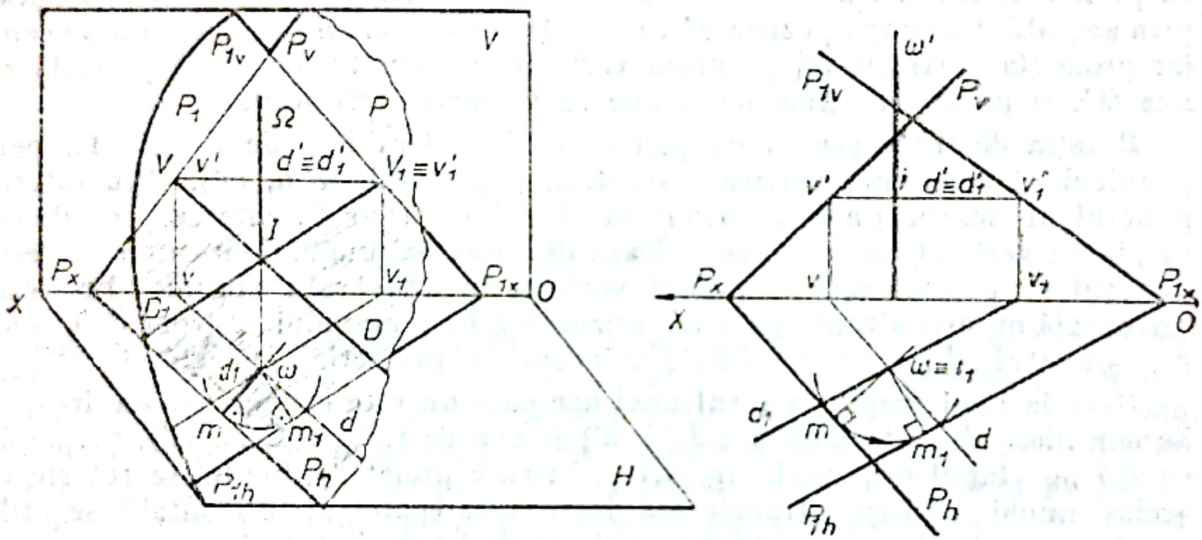


Fig. 4.12

După rotație, dreapta de nivel a planului va avea poziția $D_1(d_1,\ d_1')$, respectiv noua urmă verticală $V_1(v_1,\ v_1')$ prin care va trece urma verticală P_1 și prin punctul P_{1x}.

4.3. RABATEREA

Se numește rabatere, rotația unui plan, în jurul uneia dintre urme, pînă coincide cu planul respectiv de proiecție, sau rotația planului în jurul unei drepte particulare conținute de plan, pînă cînd devine paralel cu planul respectiv de proiecție. În cazul rabaterii, problema constă în determinarea pozițiilor pe care le ocupă diferite puncte conținute de plan, în momentul cînd planul ajunge pe planul corespunzător de proiecție, sau pe un plan paralel cu planul de proiecție. Poziția rabătută a unui punct conținut de un plan se poate determina prin mai multe metode : construind triunghiul de rabatere

Scanned with OKEN Scanner

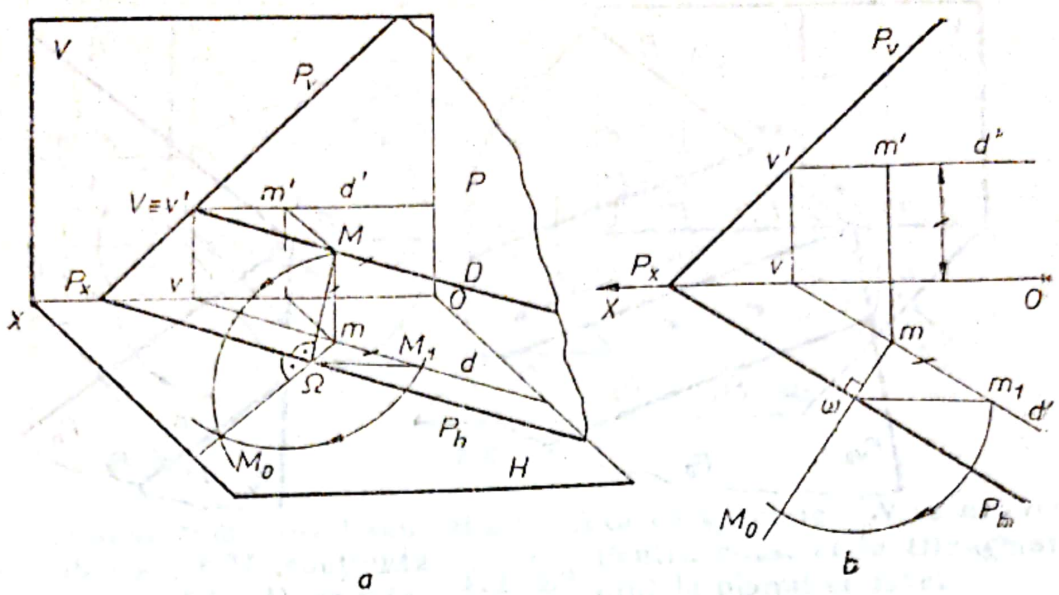


Fig. 4.13

sau de poziție, determinînd poziția rabatută a unei drepte particulare a planului care trece prin punctul respectiv, sau utilizînd proprietățile afinității.

Rabaterea unui punct, construind triunghiul de rabatere. Se consideră planul P și punctul $M(m, m')$, conținut de planul P și de dreapta de nivel $D(d, d')$ a planului (fig. 4.13). Dacă se rotește planul P, în jurul urmei orizontale P_h (fig. 4.13, *a*), punctul M va descrie un arc de cerc, avînd raza egală cu perpendiculara coborîtă din punct pe urma orizontală. Punctul Ω, în care perpendiculara intersectează urma orizontală a planului se numește centru de rabatere. Segmentul $M\Omega$ se numește rază de rabatere, iar urma orizontală P_h a planului, în acest caz, devine axă de rabatere. Triunghiul $Mm\Omega$, avînd unghiul drept în vîrful m, se numește triunghi de rabatere, sau triunghi de poziție.

În momentul în care planul P ajunge pe planul orizontal de proiecție, punctul M va fi situat pe perpendiculara $m\Omega$, notat cu M_0, care corespunde cu poziția rabătută a punctului M.

Pentru a determina poziția rabătută M_0 a unui punct M, conținut de un plan, în reprezentarea plană (fig. 4.13, *b*), se consideră că se rotește triunghiul de rabatere $Mm\Omega$, în jurul catetei $m\omega$, pînă va coincide cu planul orizontal. Cateta mm_1 este egală cu cota punctului $(m'm_x)$, iar ipotenuza ωm_1 reprezintă adevărata mărime a razei de rabatere. Cu vîrful compasului în centrul de rabatere ω și cu deschiderea egală cu raza de rabatere ωm_1, se descrie un arc de cerc care intersectează perpendiculara pe axa de rabatere din proiecția orizontală m, în punctul M_0, care reprezintă poziția rabătută a punctului M.

Rabaterea unei drepte particulare a planului. Se consideră planul P și dreapta de nivel D, conținută de plan (fig. 4.14, *a*). Pentru a determina poziția rabătută D_0 a dreptei de nivel, se rabate urma verticală V, utilizînd triunghiul de rabatere (fig. 4.14, *b*). Orice punct situat pe axa de rabatere corespunde întotdeauna cu propriul său rabătut, în consecință și punctul Px, comun urmei orizontale P_h și urmei verticale P_v, rămîne neschimbat. Dacă se unește punctul Px cu punctul V_0, se obține urma verticală a planului P_{v0}, în poziție rabătută. Trasînd din V_0 o paralelă cu urma orizontală P_h, se determină dreapta de nivel D_0, în poziție rabătută. Perpendiculara din proiecția orizon-

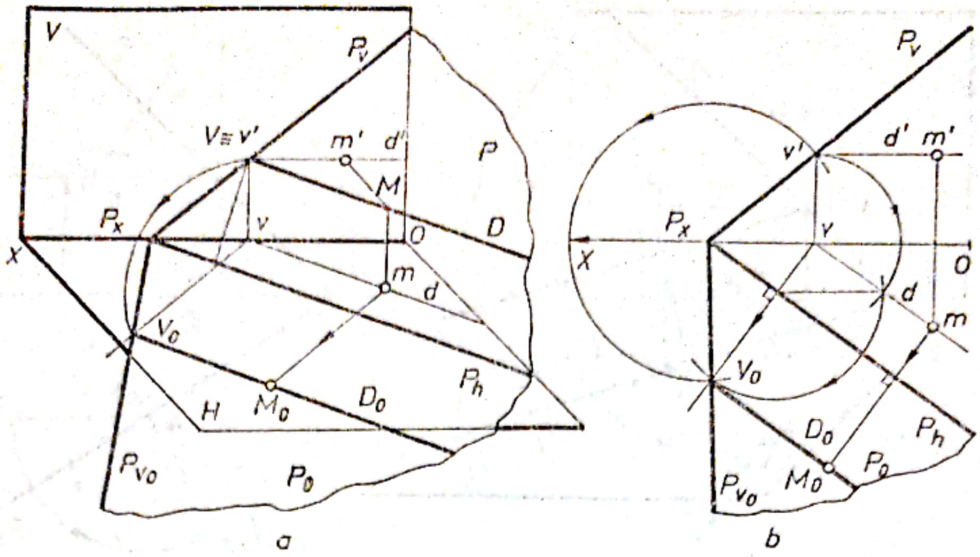


Fig. 4.14

tală m, pe axa de rabatere P_h, intersectează orizontala rabătută D_0 în punctul M_0, care reprezintă poziția rabătută a unui punct M conținut de planul P.

Segmentele $P_x v'$ și $P_x V_0$ fiind egale, rezultă că punctul V_0 se poate determina prin intersectarea arcului de cerc având centrul în P_x și raza $P_x v'$ cu perpendiculara coborîtă din proiecția orizontală v, pe axa de rabatere P_h.

Rabaterea de nivel. Pentru a reduce dimensiunile unor reprezentări grafice, este necesar, uneori, să se efectueze operația de rabatere pe un plan paralel cu planul de proiecție (fig. 4.15, *a*). În cazul în care planul pe care se execută rabaterea este un plan de nivel, construcția poartă denumirea de rabatere de nivel. Figura rabătută pe planul de nivel se proiectează în adevărată mărime pe planul orizontal. Rabaterea de nivel se execută prin construcția triunghiurilor de rabatere, sau prin utilizarea afinității.

Pentru a determina adevărata mărime a triunghiului ABC (fig. 4.15), se rabate planul triunghiului pe planul de nivel ce trece prin punctul A și

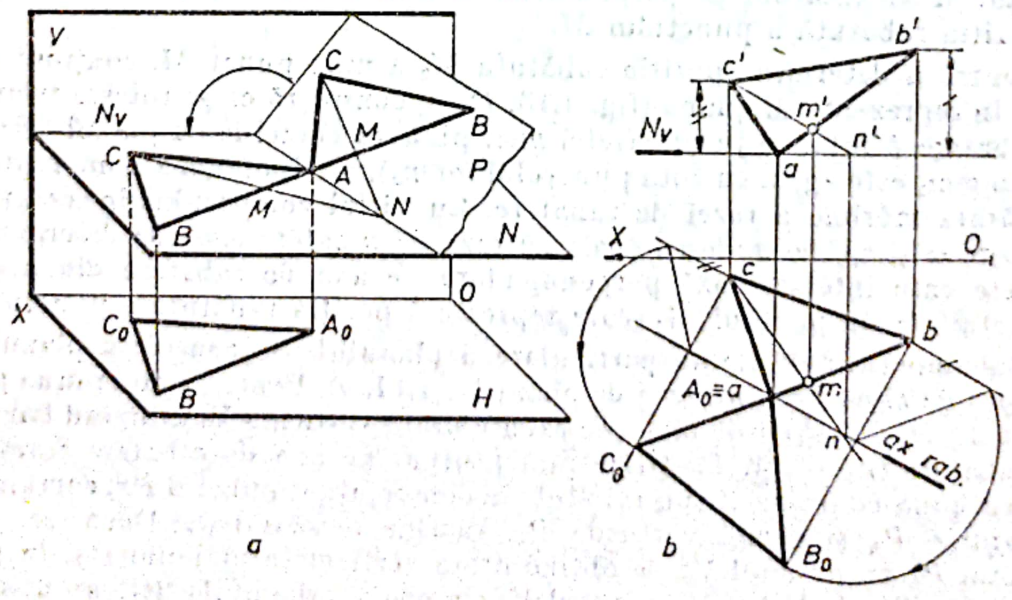


Fig. 4.15

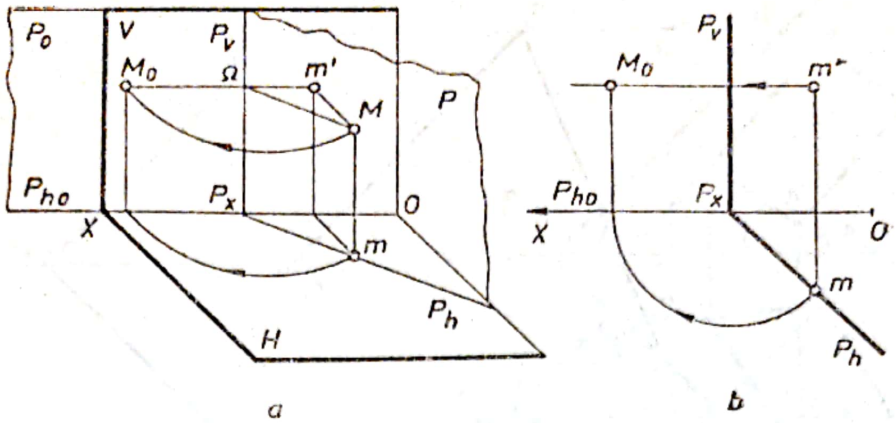


Fig. 4.16

deci corespunde cu propriul său rabătut. Axa de rabatere AN se determină utilizînd dreapta CM, conținută de plan. Pentru construcția triunghiurilor de rabatere (fig. 4.15, *b*), se măsoară cotele pînă la planul de nivel.

Rabaterea planelor proiectante. Dacă se rabate planul P (fig. 4.16) pe planul vertical de proiecție, punctul M va descrie un arc de cerc avînd raza $M\Omega = mP_x$. În reprezentarea plană (fig. 4.16, *b*), pentru determinarea punctului M_0, se utilizează raza $P_x m$.

Dacă planul P se rabate pe planul orizontal (fig. 4.17), raza de rabatere este egală cu cota punctului.

Ridicarea rabaterii. Ridicarea rabaterii constă în construcția proiecțiilor unor elemente geometrice, pornind de la pozițiile lor rabătute.

Se consideră punctul M_0, conținut de planul P, în poziție rabătută pe planul orizontal (fig. 4.18, *a*). Pentru a construi proiecțiile punctului M, se consideră prin punct o dreaptă de nivel D_0, în poziție rabătută (fig. 4.18, *b*), avînd urma verticală rabătută V_0. Din V_0 se duce o perpendiculară pe urma orizontală P_h, care intersectează axa Ox în punctul v, proiecția orizontală a urmei verticale. Din v se ridică o perpendiculară pe axa Ox, iar din P_x, cu raza $P_x V_0$, se descrie un arc de cerc care intersectează linia de ordine în punctul v', urma verticală a dreptei de nivel. Unind punctul P_x cu v', se obține urma verticală P_v a planului, iar din v și v' se trasează proiecțiile d și d' ale dreptei de nivel.

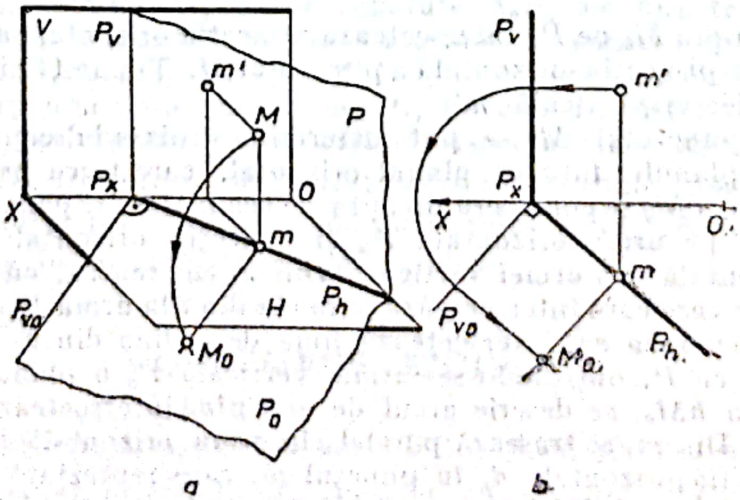


Fig. 4.17

Scanned with OKEN Scanner

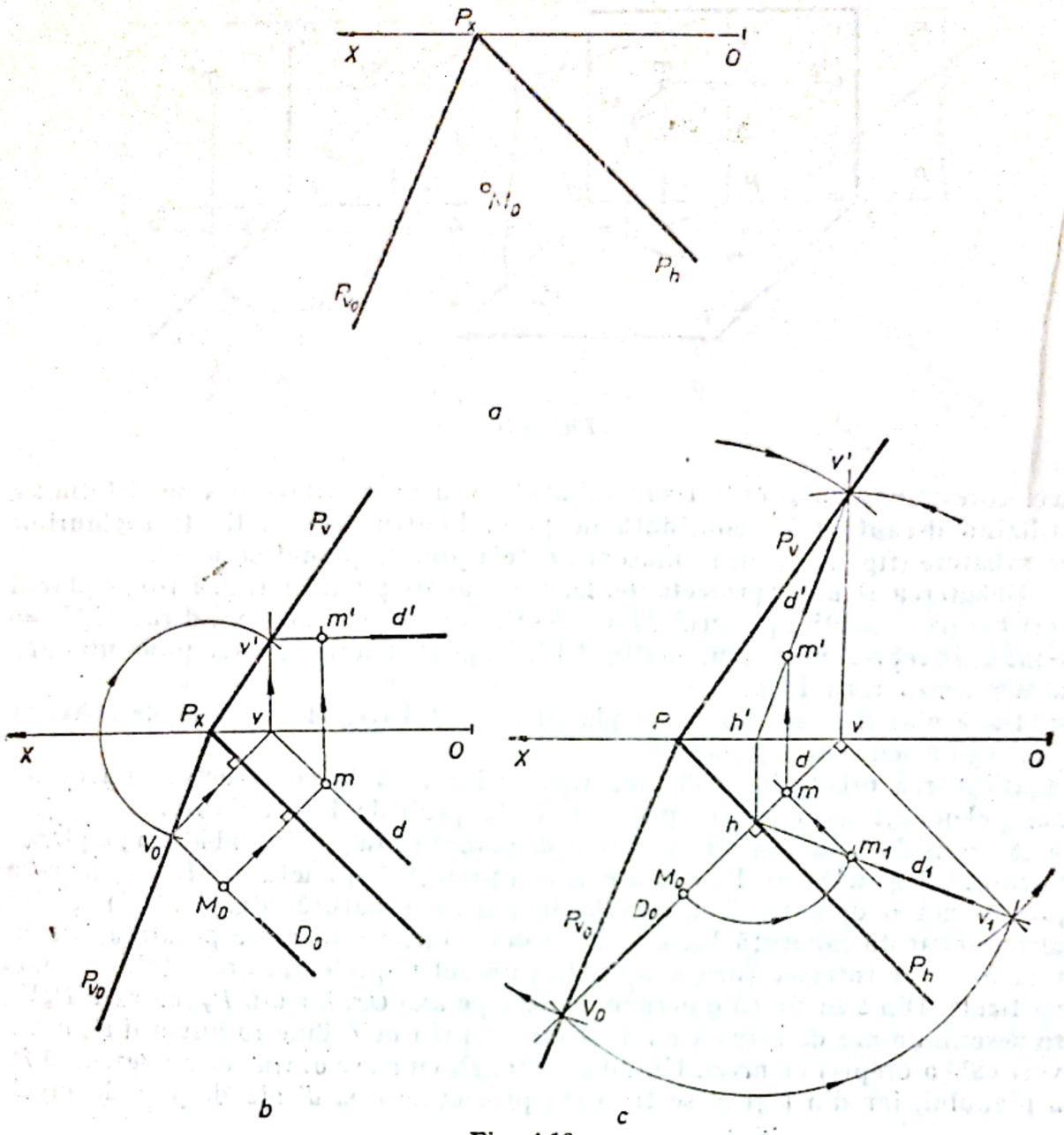


Fig. 4.18

Perpendiculara din M_0 pe P_h intersectează proiecția orizontală d, în punctul m, care reprezintă proiecția orizontală a punctului M. Trasînd linia de ordine se determină proiecția verticală m'.

Proiecțiile punctului M se pot determina utilizînd dreapta de cea mai mare pantă a planului față de planul orizontal, care trece prin punctul M (fig. 4.18, *c*). Prin M_0 se consideră dreapta de cea mai mare pantă rabătută D_0 perpendiculară pe urma orizontală P_h și proiecția orizontală d, respectiv proiecția orizontală v a urmei verticale. Din h ca centru, cu raza hV_0, se descrie arcul de cerc care intersectează paralela din v la urma P_h, în punctul v_1. Arcul de cerc cu raza vv_1 intersectează linia de ordine din v, în punctul v' care se unește cu P, obținîndu-se urma verticală P_v a planului. Din h ca centru, cu raza hM_0, se descrie arcul de cerc pînă intersectează dreapta hv_1, în punctul m_1. Din m_1 se trasează paralela la urma orizontală P_h, care intersectează proiecția orizontală d, în punctul m, care reprezintă proiecția orizontală a punctului M. Proiecția verticală m' este situată pe proiecția verticală d' a liniei de cea mai mare pantă.

Scanned with OKEN Scanner

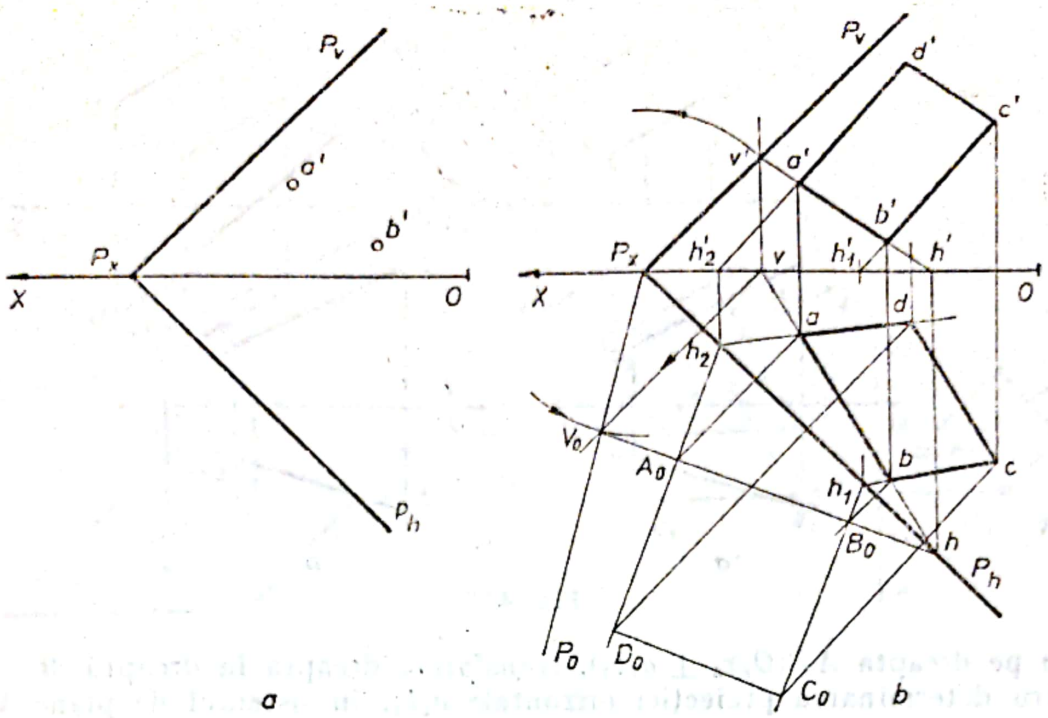


Fig. 4.19

Utilizarea afinităţii în rezolvarea problemelor de rabatere. Pentru simplificarea construcţiilor grafice necesare rezolvării problemelor de rabatere sau de ridicare a rabaterii, se poate utiliza corespondenţa perspectiv — afină, care se stabileşte între proiecţiile punctelor şi poziţiile rabătute, în raport cu axa de rabatere.

Se cere să se construiască proiecţiile pătratului $ABCD$, conţinut de planul P şi având latura dată AB (fig. 4.19, *a*). Fiind date planul P prin urme şi proiecţiile verticale $a'b'$ ale punctelor AB, conţinute de planul P, se determină proiecţiile orizontale ab, considerînd punctele situate pe dreapta HV, aparţinînd planului (fig. 4.19, *b*). Se determină poziţia rabătută V_0 a urmei verticale V, respectiv dreapta HV, în poziţie rabătută hV_0, utilizînd una din metodele descrise anterior. Dreapta hV_0 este corespondent — afină cu dreapta hv, în raport cu urma P_h, care devine axă de afinitate. Perpendicularele din a şi b, pe axa P_h, determină poziţiile rabătute A_0B_0 ale punctelor A şi B, respectiv latura pătratului în adevărată mărime. Se construieşte pătratul în poziţie rabătută $A_0B_0C_0D_0$. Dreapta $C_0B_0h_1$ este corespondent — afină cu dreapta h_1b. Perpendiculara trasată din C_0 pe axa P_h determină proiecţia orizontală c, respectiv proiecţia verticală c'. Asemănător se determină proiecţiile punctului D, deci proiecţiile pătratului $ABCD$. Proiecţiile punctului D se pot determina şi prin utilizarea paralelismului între laturile pătratului, care se conservă în sistemul proiecţiei paralele.

4.4. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se transforme dreapta oarecare AB (fig. 4.20, *a*) în dreaptă de capăt.

Rezolvare. Planul orizontal H_1, paralel cu dreapta AB ($O_1x_1 \parallel a'b'$), transformă dreapta în frontală (fig. 4.20, *b*), iar planul vertical V_2, perpendi-

Scanned with OKEN Scanner

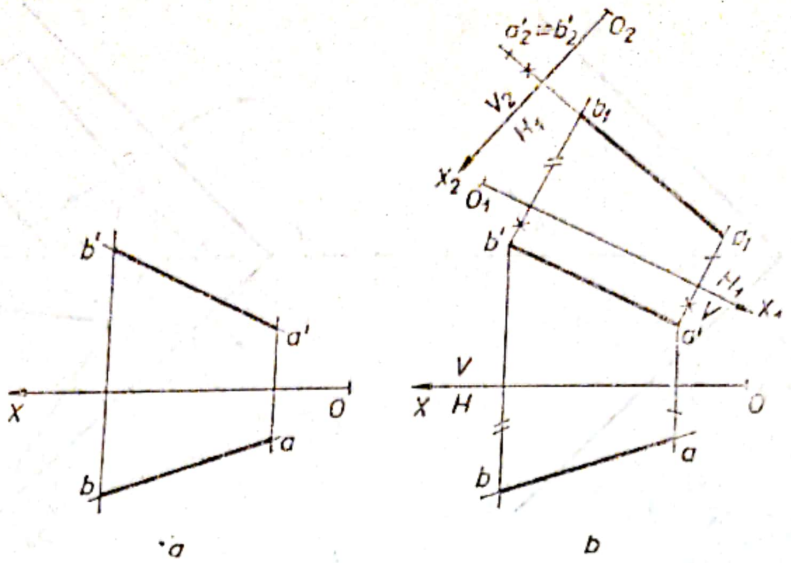


Fig. 4.20

cular pe dreapta $AB(O_2x_2 \perp a_1b_1)$, transformă dreapta în dreaptă de capăt. Pentru determinarea proiecției orizontale a_1b_1, în sistemul de plane V/H_1, se măsoară depărtările punctelor A și B din sistemul V/H, iar pentru a determina proiecția verticală $a_2' \equiv b_2'$, din sistemul de plane H_1/V_2, se măsoară depărtările punctelor din sistemul de plane V/H_1. Depărtările fiind egale, iar axa O_2x_2 perpendiculară pe proiecția orizontală a_1b_1, proiecția verticală a dreptei se transformă într-un punct.

2. Să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la dreapta AB (fig. 4.21, *a*).

Rezolvare. Distanța de la un punct la o dreaptă este determinată de perpendiculara coborîtă din punct pe dreaptă.

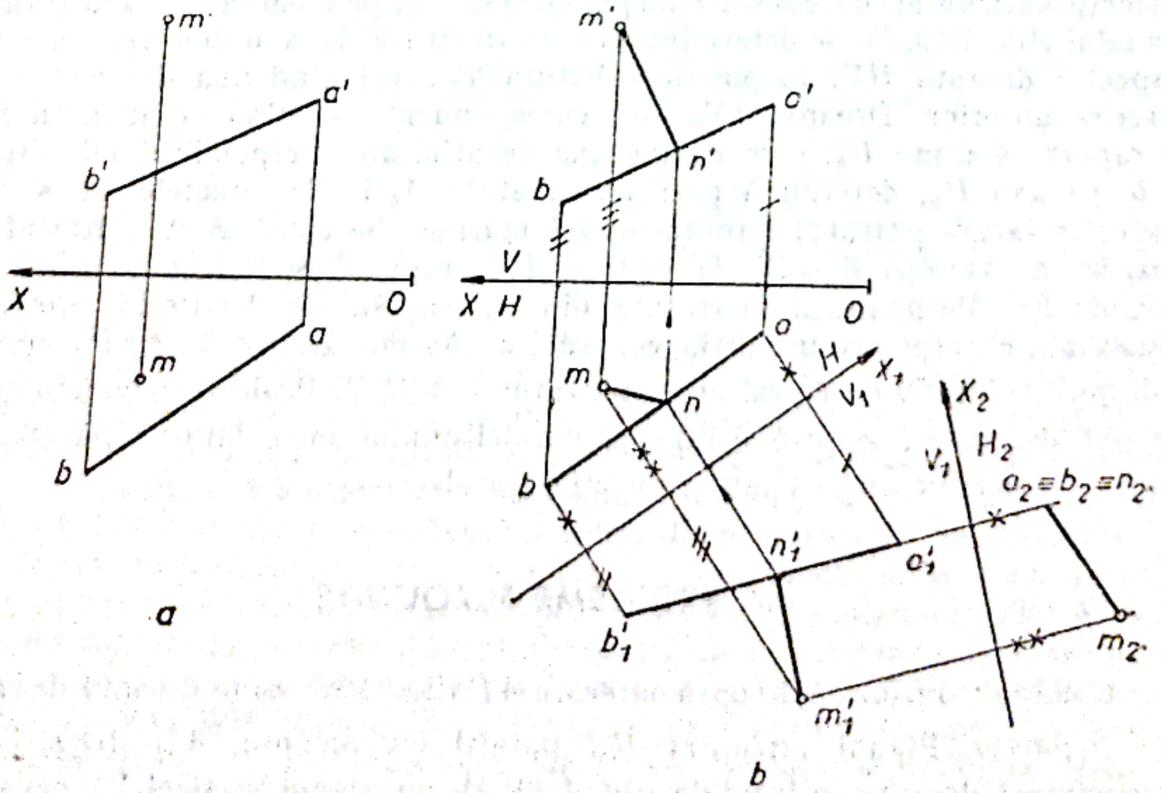


Fig. 4.21

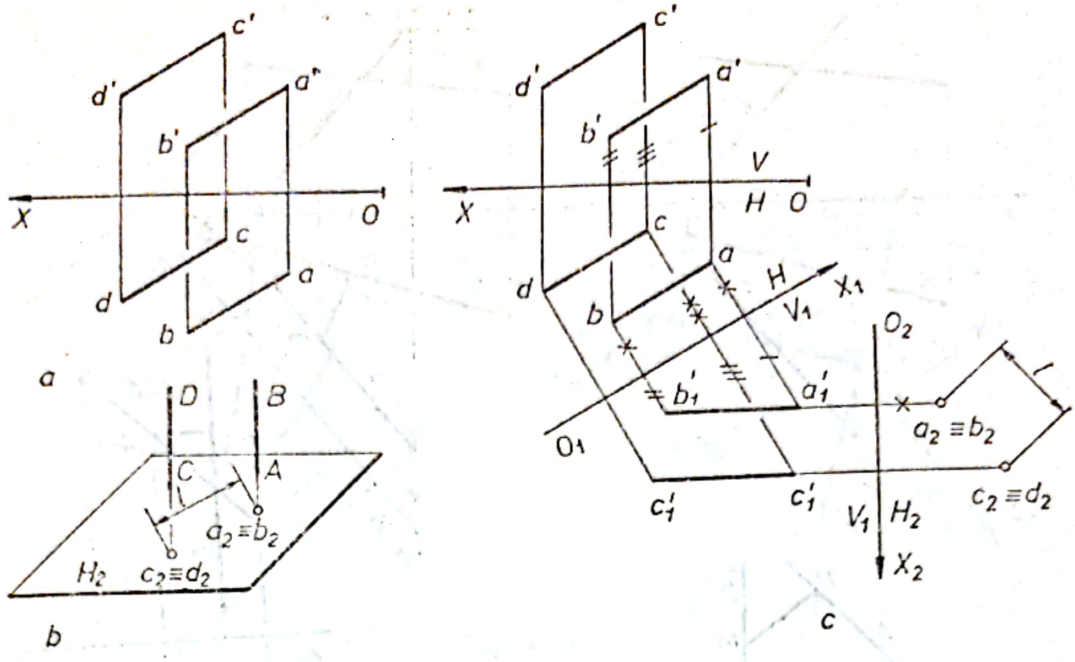


Fig. 4.22

Pentru ca unghiul drept să se proiecteze în adevărată mărime, trebuie ca una dintre laturi să fie paralelă cu planul de proiecție respectiv (teorema unghiului drept). Se consideră planul vertical V_1 paralel cu dreapta AB, transformînd-o astfel într-o frontală (fig. 4.21, *b*). Din m_1' se trasează perpendiculara pe $a_1'b_1'$, pe care o intersectează în punctul n_1'. Segmentul MN reprezintă distanța de la punctul M la dreapta AB. Prin introducerea planului orizontal H_2, paralel cu segmentul MN, se determină adevărata mărime a distanței. Planul H_2 transformă dreapta AB într-o verticală.

3. Să se determine adevărata mărime a distanței dintre două drepte paralele (fig. 4.22, *a*).

Rezolvare. Se transformă cele două drepte paralele în drepte perpendiculare pe unul din planele de proiecție (fig. 4.22, *b*). În acest caz, proiecția fiecărei drepte se transformă într-un punct, iar distanța dintre cele două puncte redă adevărata mărime *l* a distanței dintre cele două drepte. Prin introducerea planului vertical V_1, paralel cu dreptele (fig. 4.22, *c*), se transformă cele două drepte în frontale, iar prin introducerea planului orizontal H_2, perpendicular pe cele două drepte, în drepte verticale. Distanța *l* dintre cele două puncte $a_2 \equiv b_2$ și $c_2 \equiv d_2$ redă adevărata mărime a distanței dintre cele două drepte paralele.

4. Să se determine adevărata mărime a distanței dintre două drepte oarecare (disjuncte) D și Δ (fig. 4.23, *a*).

Rezolvare. Se transformă una dintre drepte în dreaptă perpendiculară pe unul din planele de proiecție (fig. 4.23, *b*). În acest caz, adevărata mărime a perpendicularei comune celor două drepte oarecare este determinată de segmentul de perpendiculară cuprinsă între proiecția normalei și proiecția celeilalte drepte (segmentul MN). Reperul H/V_1 transformă dreapta D în frontală (fig. 4.23, *c*), iar reperul V_1/H_2 transformă dreapta D în verticală. Segmentul $l = m_2n_2$ redă adevărata mărime a perpendicularei MN, comună celor două drepte.

Scanned with OKEN Scanner

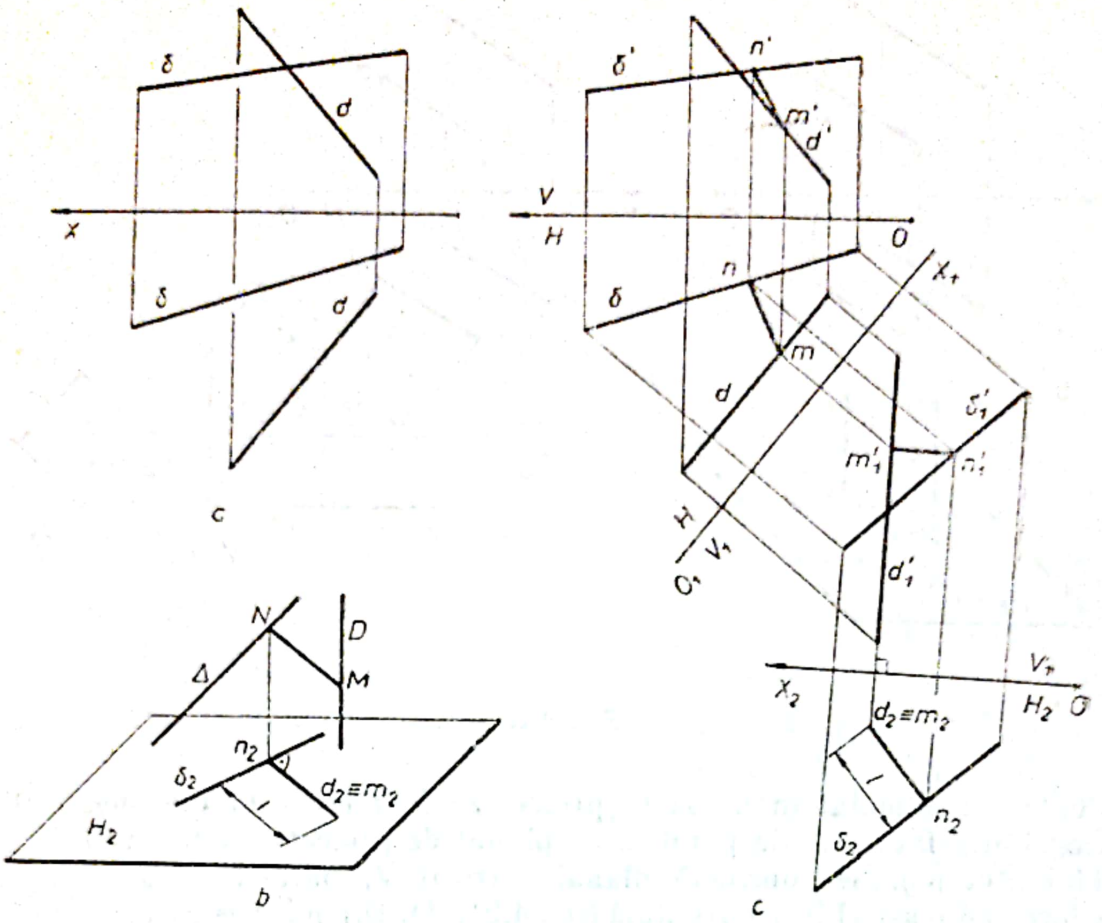


Fig. 4.23

5. Să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul P (fig. 4.24, *a*).

Rezolvare. Soluția 1. Distanța de la un punct la un plan este determinată de perpendiculara coborîtă din punct pe plan. Utilizînd planul de capăt Q, se determină punctul $N(n, n')$ în care normala intersectează planul P

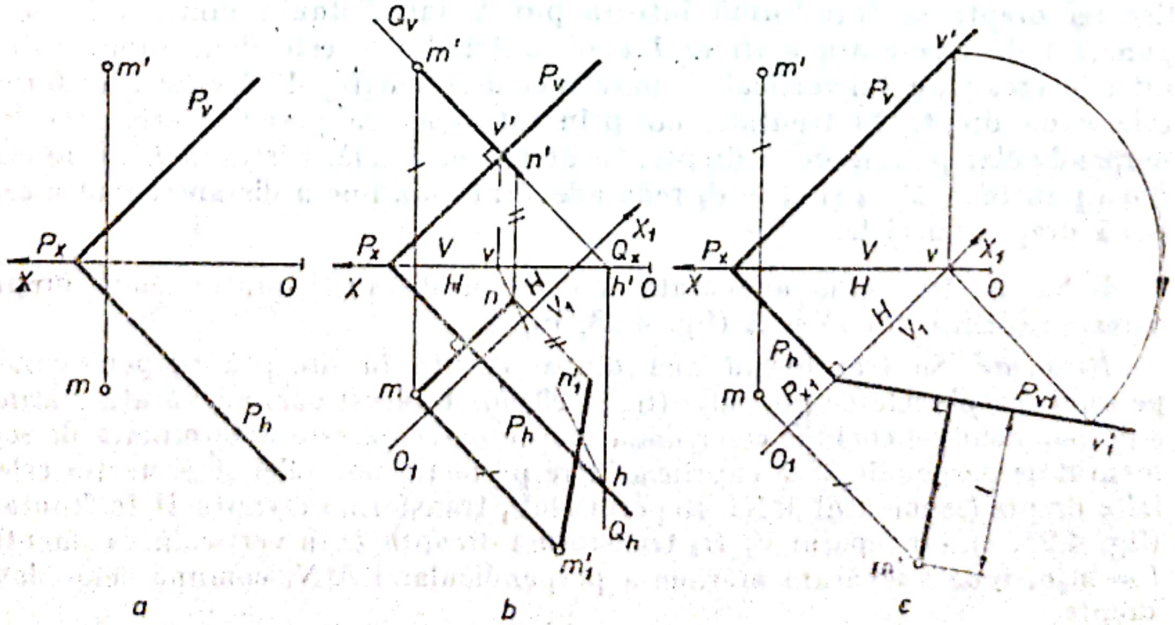


Fig. 4.24

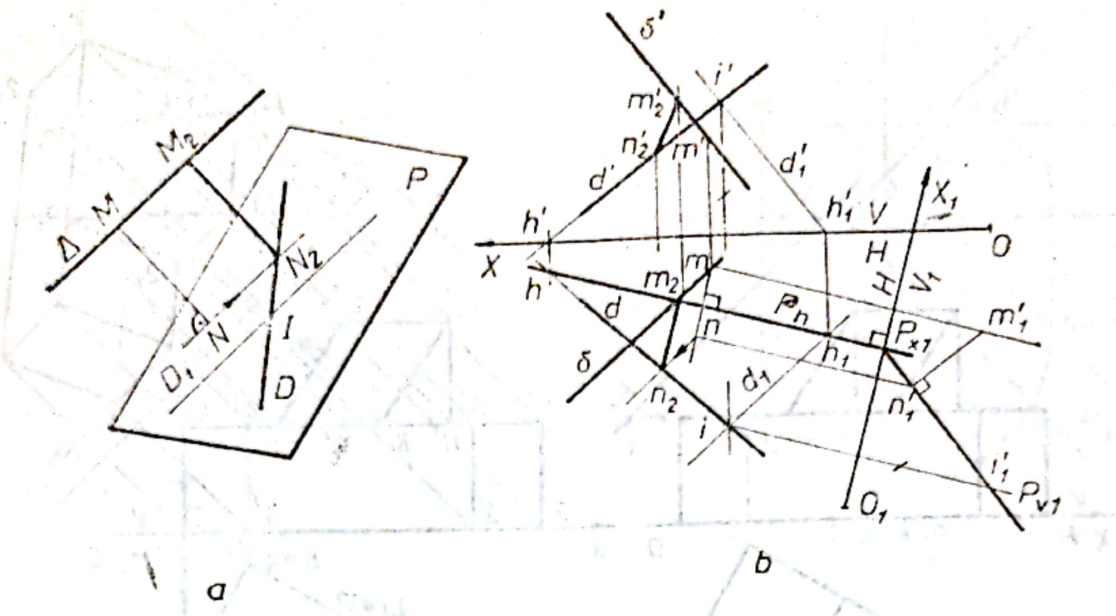


Fig. 4.25

(fig. 4.24, *b*). Reperul H/V_1 transformă dreapta MN în frontală, iar segmentul $m_1' n_1'$ redă adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul P.

Soluția 2. Se transformă planul P în plan de capăt, luînd axa O_1x_1 perpendiculară pe urma orizontală P_h. Perpendiculara coborîtă din proiecția verticală m_1' pe urma verticală P_{v1} redă adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul P (fig. 4.24, *c*).

6. Să se determine perpendiculara comună a două drepte oarecare D și Δ (fig. 4.25, *a*).

Rezolvare. Se alege pe dreapta D un punct oarecare $I(i, i')$, prin care se trasează dreapta D_1, paralelă cu dreapta Δ. Cele două drepte D și D_1 determină planul P, paralel cu dreapta Δ. Dintr-un punct oarecare M, situat pe dreapta Δ, se duce o perpendiculară pe planul P, pe care îl intersectează în punctul N. Se consideră o translație a normalei pînă cînd punctul N ajunge în punctul N_2, situat pe dreapta D. Segmentul M_2N_2 reprezintă perpendiculara comună celor două drepte oarecare D și Δ. În figura 4.25, *b* s-a determinat urma orizontală P_h a planului definit de dreptele concurente D și D_1. Reperul H/V_1 transformă planul P în plan de capăt, iar segmentul $m_1' n_1'$ reprezintă adevărata mărime a perpendicularei comune celor două drepte oarecare.

7. Să se construiască reprezentarea modelului din figura 4.26,*a* pe planul H_1.

Rezolvare. Prin schimbarea planului orizontal pentru un punct (fig. 4.2), rămîn neschimbate proiecția verticală și depărtarea punctului. Se numerotează vîrfurile modelului, apoi din proiecțiile verticale ale vîrfurilor se trasează liniile de ordine perpendiculare pe axa X_1, pe care se măsoară depărtările celor 14 puncte. Prin unirea punctelor în aceeași ordine ca în reprezentarea dublu ortogonală, se obține reprezentarea modelului pe planul H_1, care redă o imagine axonometrică. Vizibilitatea a fost stabilită considerînd că se privește modelul din direcția D.

Scanned with OKEN Scanner

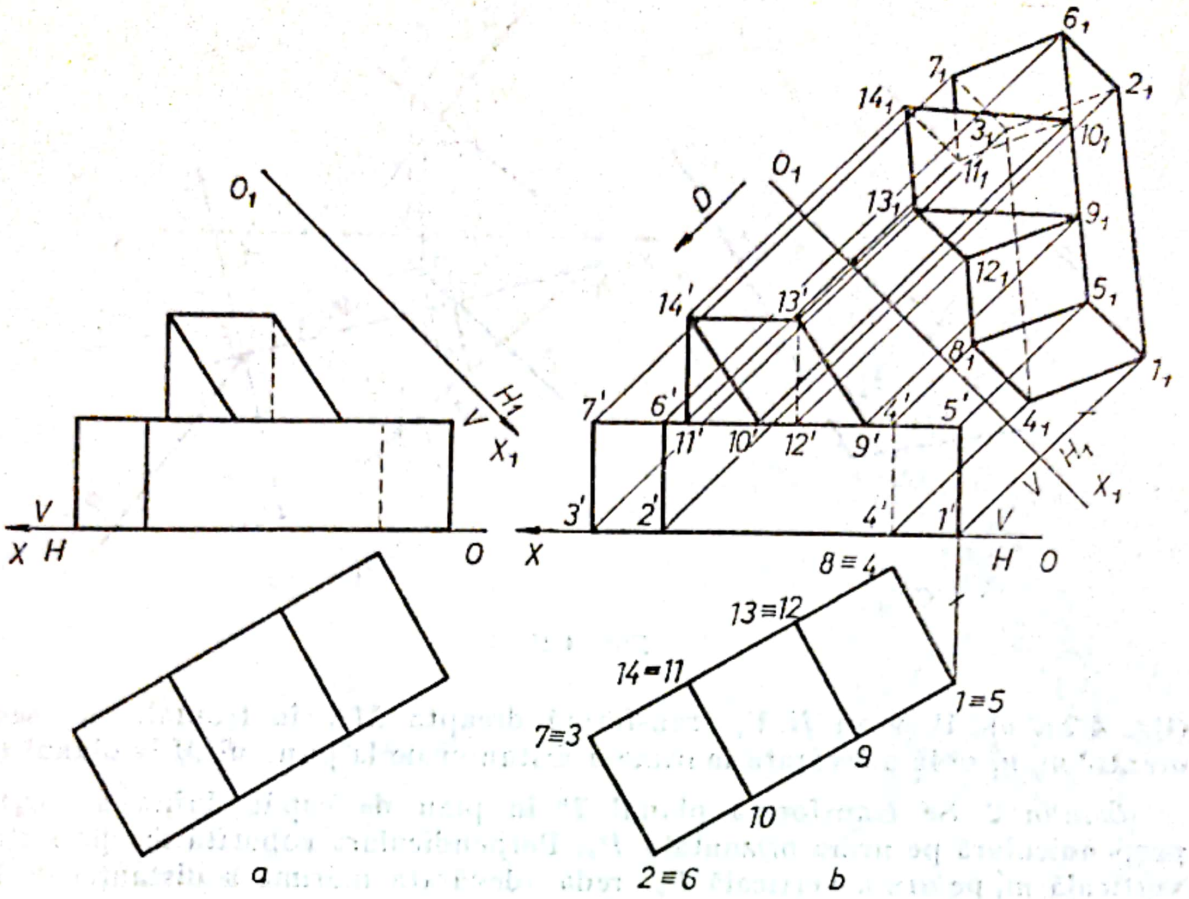


Fig. 4.26

8. Să se rotească punctul $M(m, m')$ pînă devine conținut de dreapta $D(d, d')$ (fig. 4.27).

Rezolvare. Dacă axa de rotație $\Omega(\omega, \omega')$ este verticală, atunci punctul va descrie o rotație de nivel. În acest caz, pentru ca punctul să devină conținut de dreapta D, trebuie să ajungă în punctul de intersecție dintre planul de nivel ce trece prin punct și dreaptă. Se determină astfel întîi proiecția verticală m_1' la intersecția lui d' cu Nv. Se trasează linia de ordine și se determină proiecția orizontală m_1 pe proiecția orizontală d. Pentru ca punctul m să ajungă în m_1, trebuie ca axa de rotație Ω să fie situată pe mediatoarea segmentului mm_1.

9. Să se rotească punctul $M(m, m')$ pînă devine conținut de planul P (fig. 4.28).

Rezolvare. Dacă axa de rotație $\Omega(\omega, \omega')$ este verticală, punctul se va deplasa în planul de nivel care trece prin punct. Pentru ca să devină conținut de planul P, trebuie să ajungă pe dreapta de nivel $D(d, d')$, rezultată din intersecția planului de nivel N cu planul P. În funcție de poziția axei de rotație, problema poate admite două soluții, una, sau niciuna, după cum arcul de cerc intersectează dreapta de nivel în două puncte, este tangent, sau nu intersectează dreapta de nivel.

10. Să se rotească dreapta $D(d, d')$, pînă devine conținută de planul P (fig. 4.29).

Scanned with OKEN Scanner

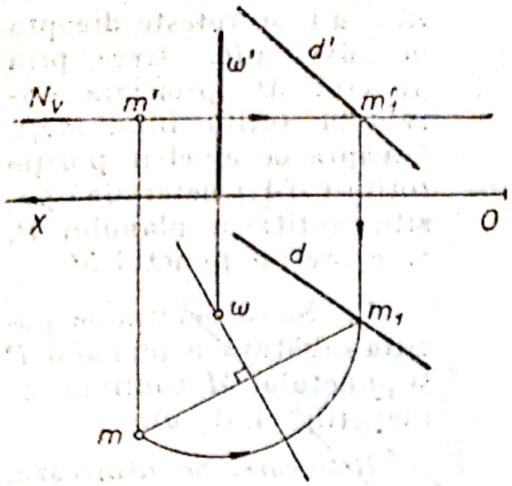


Fig. 4.27

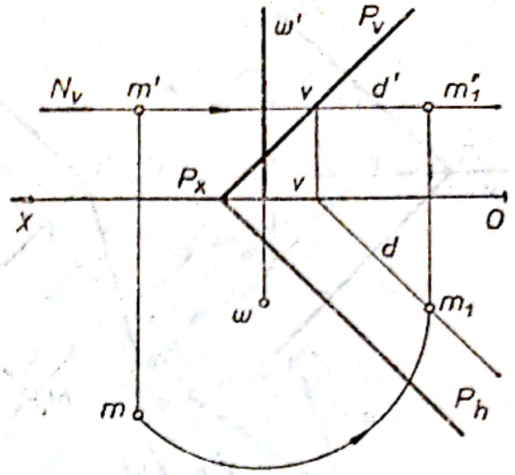


Fig. 4.28

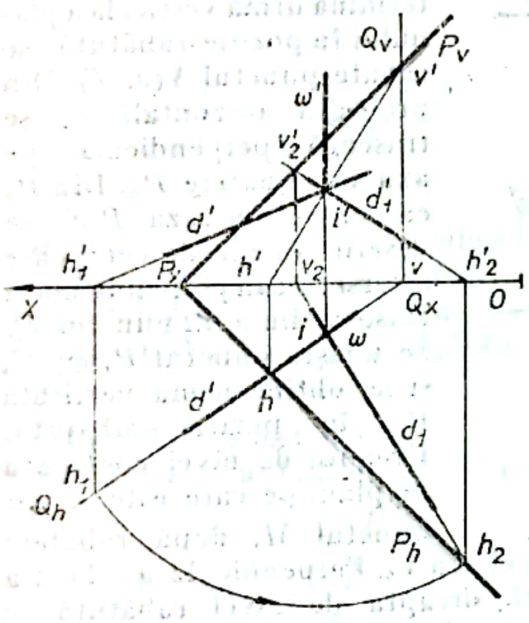


Fig. 4.29

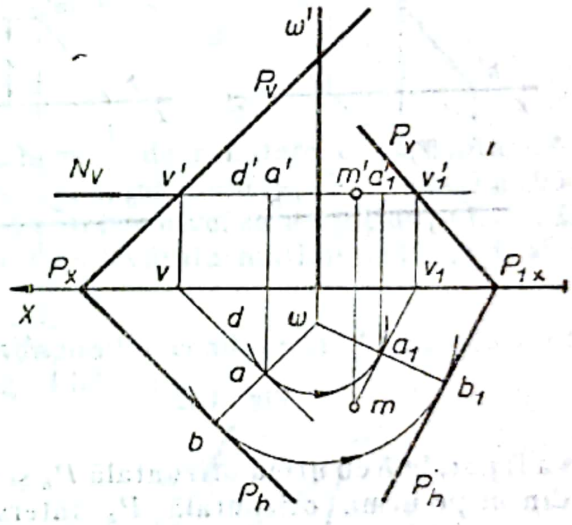


Fig. 4.30

Rezolvare. Pentru a roti o dreaptă astfel încît să devină conținută de un plan, trebuie ca axa de rotație să treacă prin punctul de intersecție dintre dreaptă și plan. Utilizînd planul vertical Q, se determină punctul $I(i, i')$ în care dreapta D intersectează planul P, prin care se consideră axa de rotație $\Omega(\omega, \omega')$. Punctul I fiind comun axei de rotație, dreptei și planului, corespunde în orice poziție a dreptei cu propriul său rotit. Pentru a aduce dreapta în planul P, este suficient să se rotească un alt punct al dreptei, pînă devine conținut de plan. Pentru ușurință, în figura 4.29 s-a rotit urma orizontală a dreptei $H_1(h_1, h_1')$ pînă cînd a ajuns pe urma orizontală P_h a planului în poziția $H_2(h_2, h_2')$. Dreapta $D_1(d_1, d_1')$, conținută de planul P, reprezintă poziția rotită a dreptei D.

11. Să se rotească planul P, în jurul axei $\Omega(\omega, \omega')$, pînă va trece prin punctul $M(m, m')$ (fig. 4.30).

Rezolvare. Se consideră prin punctul M, planul de nivel N care se intersectează cu planul P după dreapta de nivel $D(d, d')$. Utilizînd punctul

Scanned with OKEN Scanner

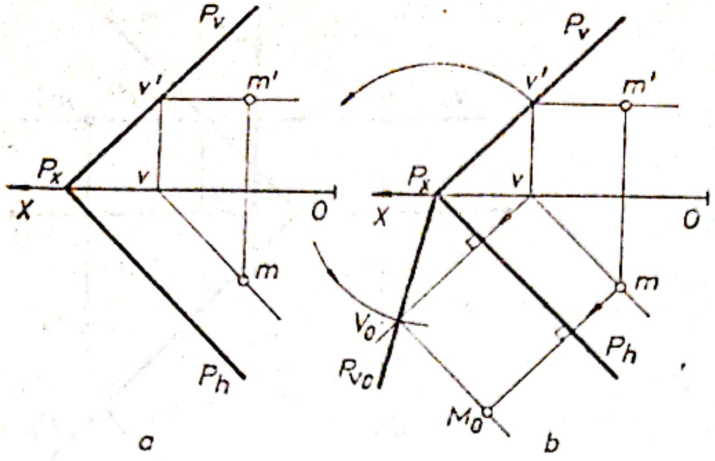


Fig. 4.31

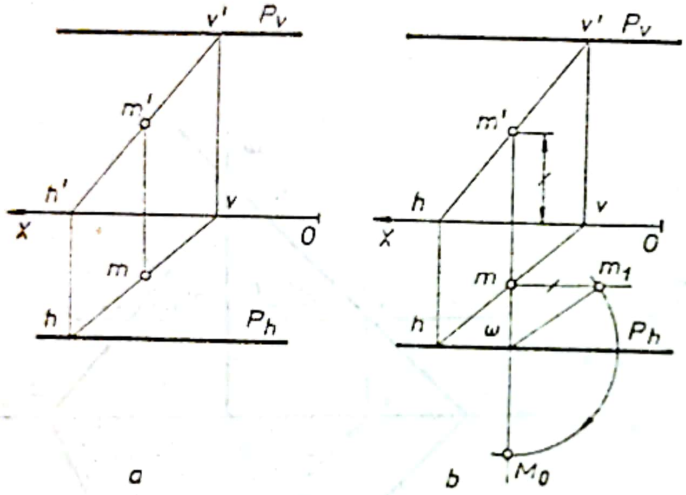


Fig. 4.32

$A(a, a')$, se rotește dreapta de nivel pînă trece prin punctul M (proiecția orizontală rotită fiind ma_1). Dreapta de nivel în poziție rotită (MA_1) determină poziția rotită a planului P, care conține punctul M.

12. Să se determine poziția rabătută a planului P și punctului M conținut de plan (fig. 4.31, *a*).

Rezolvare. Se utilizează, ca axă de rabatere, urma orizontală P_h. Pentru a determina urma verticală a planului în poziție rabătută, se rabate punctul $V(v, v')$. Din proiecția orizontală v, se trasează o perpendiculară pe axa de rabatere P_h. Din P_x ca centru, cu raza $P_x v'$, se descrie un arc de cerc, care intersectează perpendiculara trasată din v, în punctul V_0. Se unește punctul P_x cu V_0 și se obține urma verticală P_{v0} în poziție rabătută. Dreapta de nivel conținută de plan, pe care este situat punctul M, după rabatere va fi paralelă cu urma orizontală P_h și va trece prin V_0. Perpendiculara coborîtă din m pe urma orizontală P_h intersectează dreapta de nivel rabătută în punctul M_0, care reprezintă poziția rabătută pe planul orizontal a punctului M.

13. Să se determine poziția rabătută a punctului M conținut de planul P, paralel cu axa Ox (fig. 4.32, *a*).

Rezolvare. Se consideră rabaterea punctului pe planul orizontal, utilizînd triunghiul de rabatere. Din proiecția orizontală a punctului m, se trasează o paralelă cu axa de rabatere, urma orizontală a planului P, pe care se măsoară cota punctului, obținînd punctul m_1. Tot din m se trasează o perpendiculară pe axa de rabatere, determinînd centrul de rabotare ω. Cu raza de rabatere ωm_1, se trasează arcul de cerc ce intersectează perpendiculara în punctul M_0, care reprezintă poziția rabătută a punctului.

14. Să se determine adevărata mărime a triunghiului ABC, conținut pe planul P (fig. 4.33, *a*).

Rezolvare. Se rabate punctul $A(a, a')$, utilizînd triunghiul de rabatere, obținînd punctul A_0. Pentru a determina poziția rabătută C_0, a punctului C se utilizează afinitatea. Se prelungește latura ac a triunghiului pînă cînd intersectează axa de rabatere P_h în punctul h. Se unește punctul h cu A_0,

Scanned with OKEN Scanner

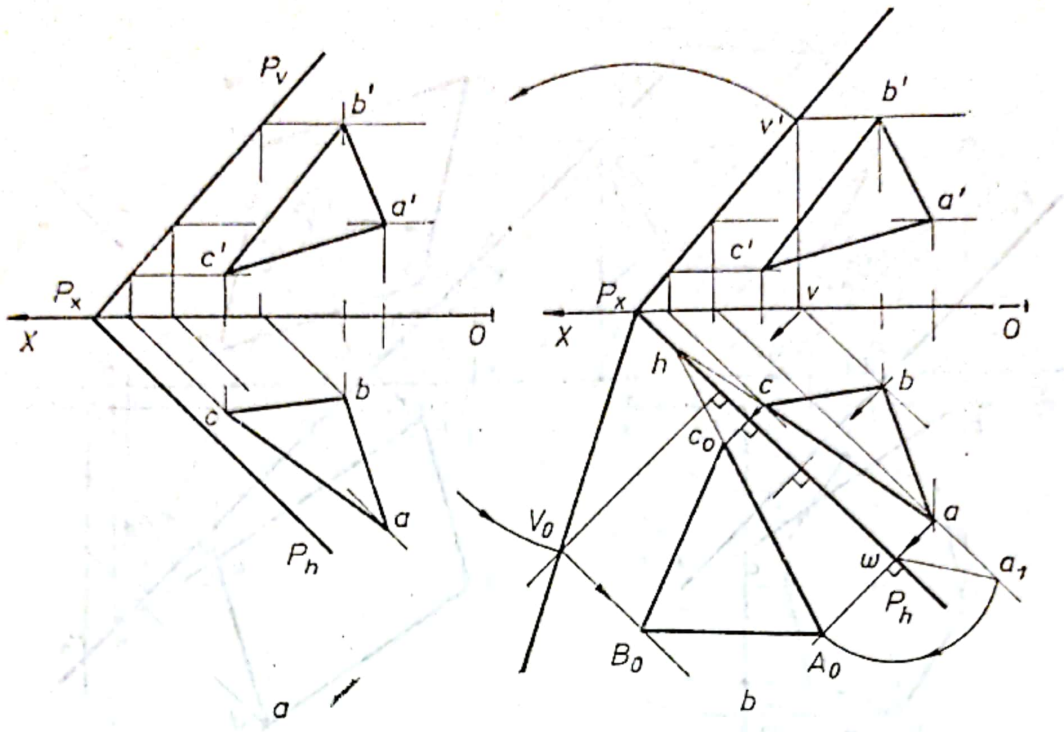


Fig. 4.33

iar la intersecția perpendicularei din c pe axa de rabatere cu dreapta hA_0 se obține poziția rabătută C_0. Pentru a determina punctul B_0, poziția rabătută a punctului B, s-a utilizat rabaterea dreptei de nivel care conține punctul B (v. fig. 4.31). Triunghiul $A_0B_0C_0$ reprezintă adevărata mărime a triunghiului ABC.

15. Să se construiască proiecțiile triunghiului echilateral ABC, conținut de planul P și având latura dată AB fig. 4.34, *a*).

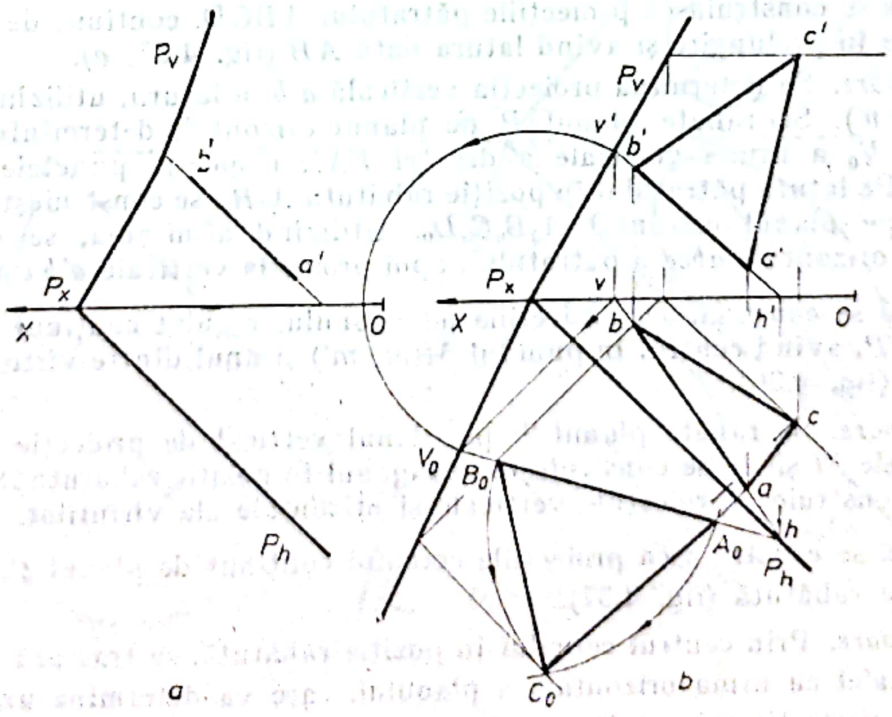


Fig. 4.34

Scanned with OKEN Scanner

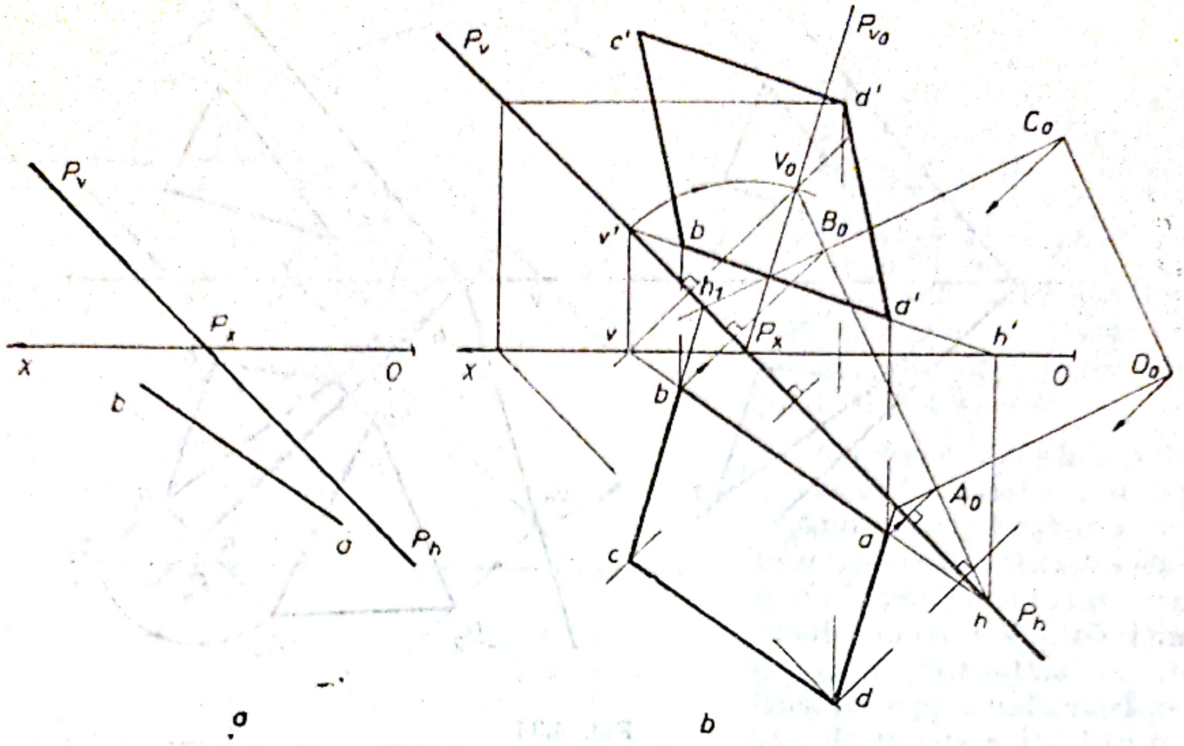


Fig. 4.35

Rezolvare. Se determină proiecțiile orizontale ale punctelor A și B, utilizînd dreapta HV (hv, $h'v'$), care conține latura AB și aparține planului P. Se rabate planul P, utilizînd urma verticală V și se determină punctele A_0B_0, care redau adevărata mărime a laturii. Se construiește în poziție rabătută triunghiul echilateral $A_0B_0C_0$. Se execută ridicarea rabaterii și se determină proiecțiile punctului C, utilizînd dreapta de nivel a punctului sau afinitatea.

16. Să se construiască proiecțiile pătratului $ABCD$, conținut de planul P, cu urmele în prelungire și avînd latura dată AB (fig. 4.35, *a*).

Rezolvare. Se determină proiecția verticală $a'b'$ a laturii, utilizînd dreapta $HV(hv, h'v')$. Se rabate planul P pe planul orizontal, determinînd poziția rabătută V_0 a urmei verticale a dreptei HV', respectiv punctele rabătute A_0 și B_0. Pe latura pătratului în poziție rabătută A_0B_0, se construiește pătratul rabătut pe planul orizontal $A_0B_0C_0D_0$. Utilizînd afinitatea, se determină proiecția orizontală $abcd$ a pătratului, apoi proiecția verticală $a'b'c'd'$.

17. Să se construiască proiecțiile hexagonului regulat conținut de planul de capăt P, avînd centrul în punctul $M(m, m')$ și unul dintre vîrfuri punctul $A(a, a')$ (fig. 4.36).

Rezolvare. Se rabate planul P pe planul vertical de proiecție împreună cu punctele M și A. Se construiește hexagonul în poziție rabătută $A_0B_0 \ldots F_0$, apoi se construiesc proiecțiile verticale și orizontale ale vîrfurilor.

18. Să se construiască proiecțiile cercului conținut de planul P, fiind dat în poziție rabătută (fig. 4.37).

Rezolvare. Prin centrul cercului în poziție rabătută, se trasează diametrul A_0B_0 paralel cu urma orizontală a planului, care va determina axa mare a elipsei în proiecție orizontală.

Scanned with OKEN Scanner

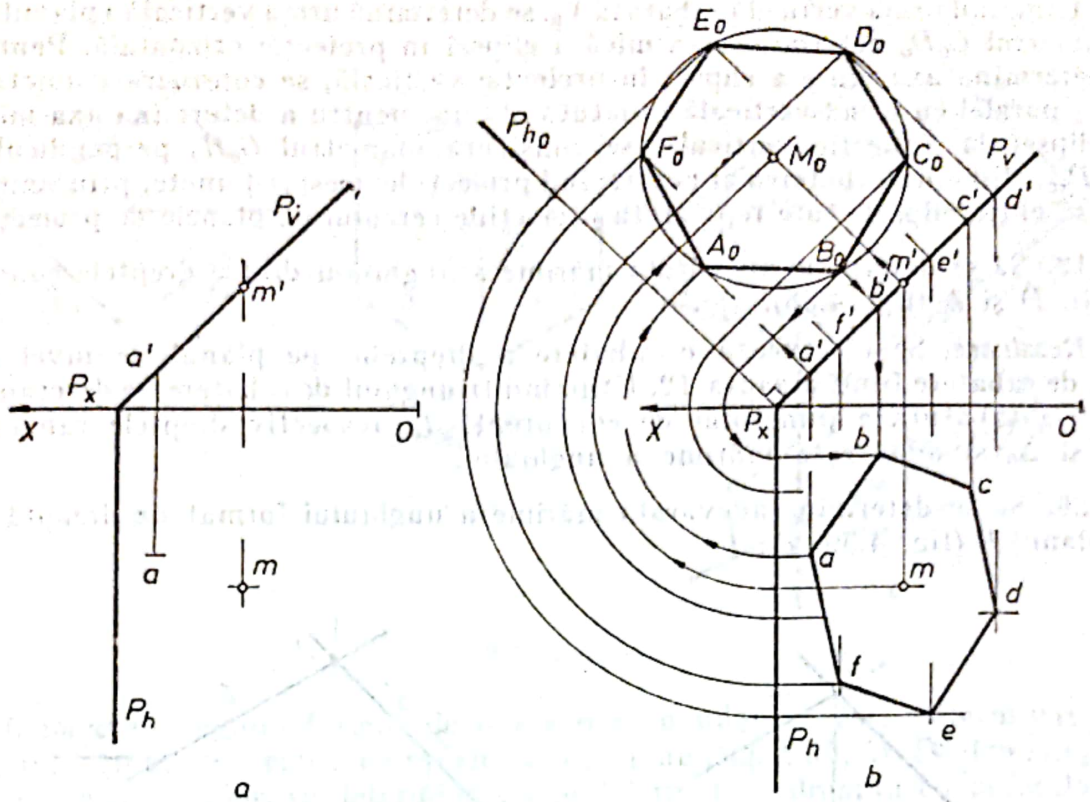


Fig. 4.36

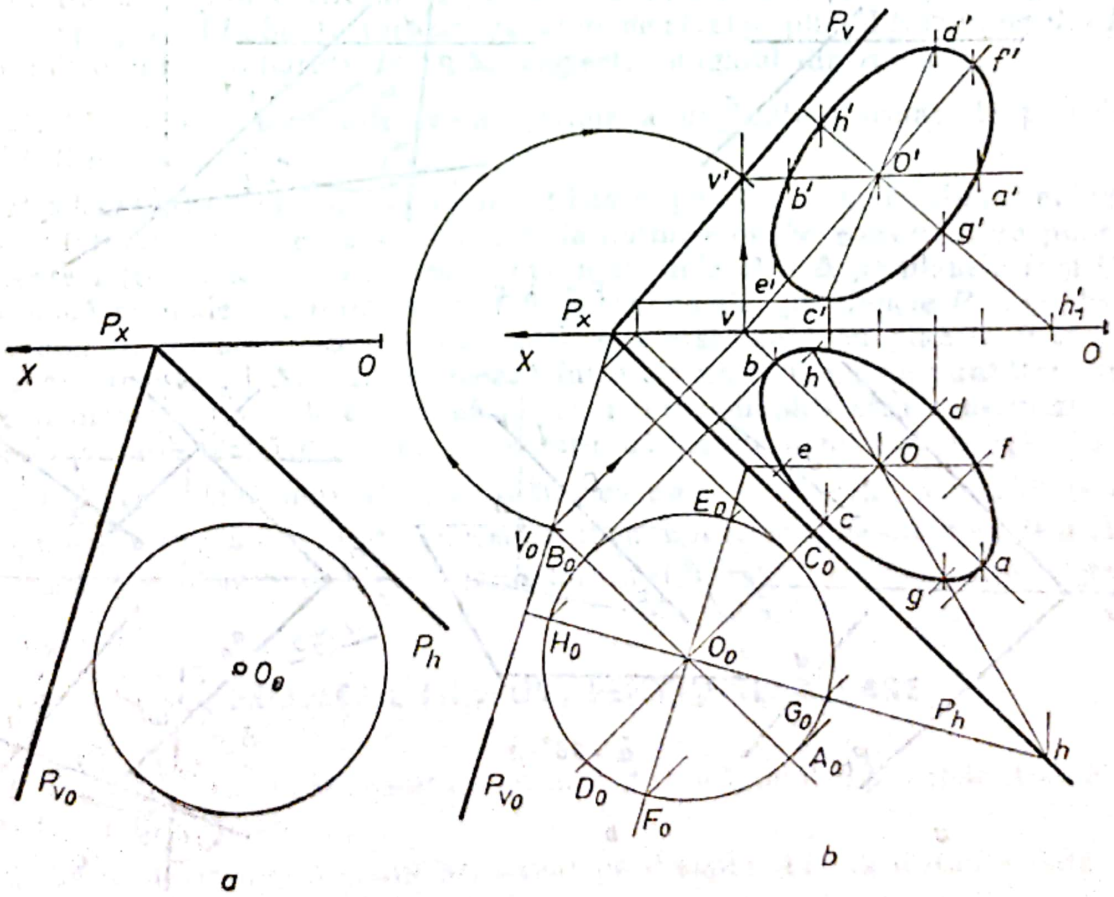


Fig. 4.37

Scanned with OKEN Scanner

Utilizînd urma verticală rabătută V_0, se determină urma verticală a planului. Diametrul C_0D_0 determină axa mică a elipsei în proiecție orizontală. Pentru a determina axa mare a elipsei în proiecție verticală, se consideră diametrul E_0F_0 paralel cu urma verticală rabătută P_{v0}, iar pentru a determina axa mică a elipsei în proiecție verticală, se consideră diametrul G_0H_0 perpendicular pe P_{v0}. Ridicînd rabaterea și construind proiecțiile acestor puncte, prin unirea lor se obțin elipsele care reprezintă proiecțiile cercului pe planele de proiecție.

19. Să se determine adevărata mărime a unghiului dintre dreptele concurente D și Δ (fig. 4.38).

Rezolvare. Se efectuează o rabatere a dreptelor pe planul de nivel N, axa de rabatere fiind dreapta *12*. Utilizînd triunghiul de rabatere, se determină poziția rabătută a punctului de concurență I_0, respectiv dreptele rabătute D_0 și Δ_0 și adevărata mărime a unghiului.

20. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de dreaptă D și planul P (fig. 4.39, *a*).

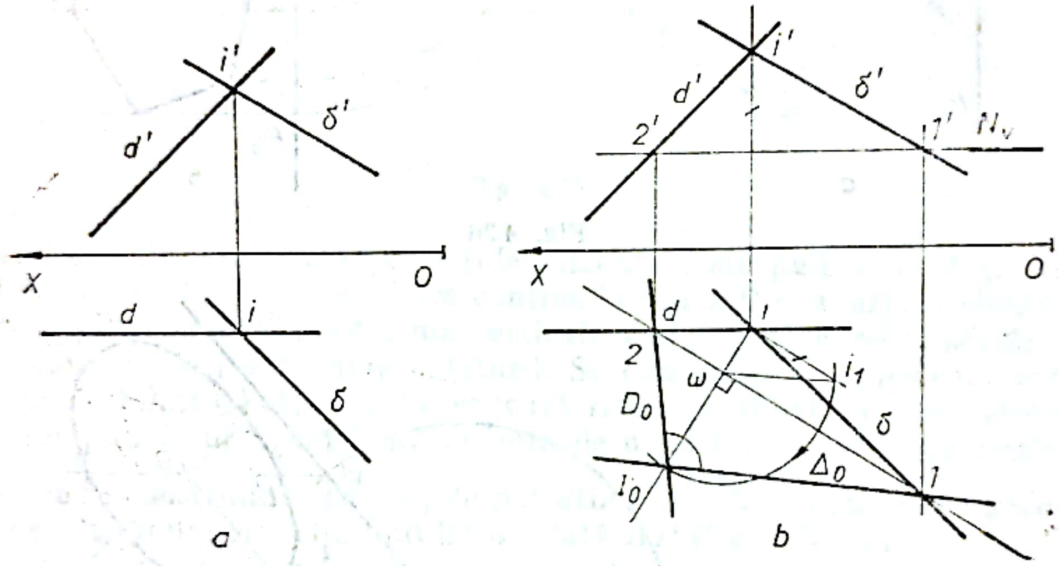


Fig. 4.38

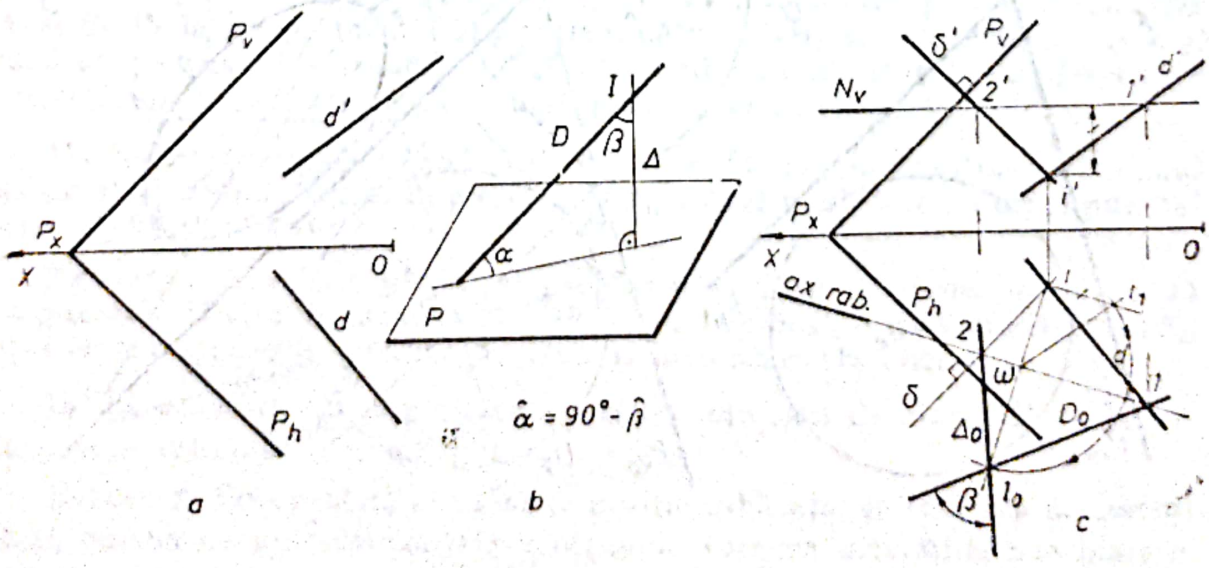


Fig. 4.39

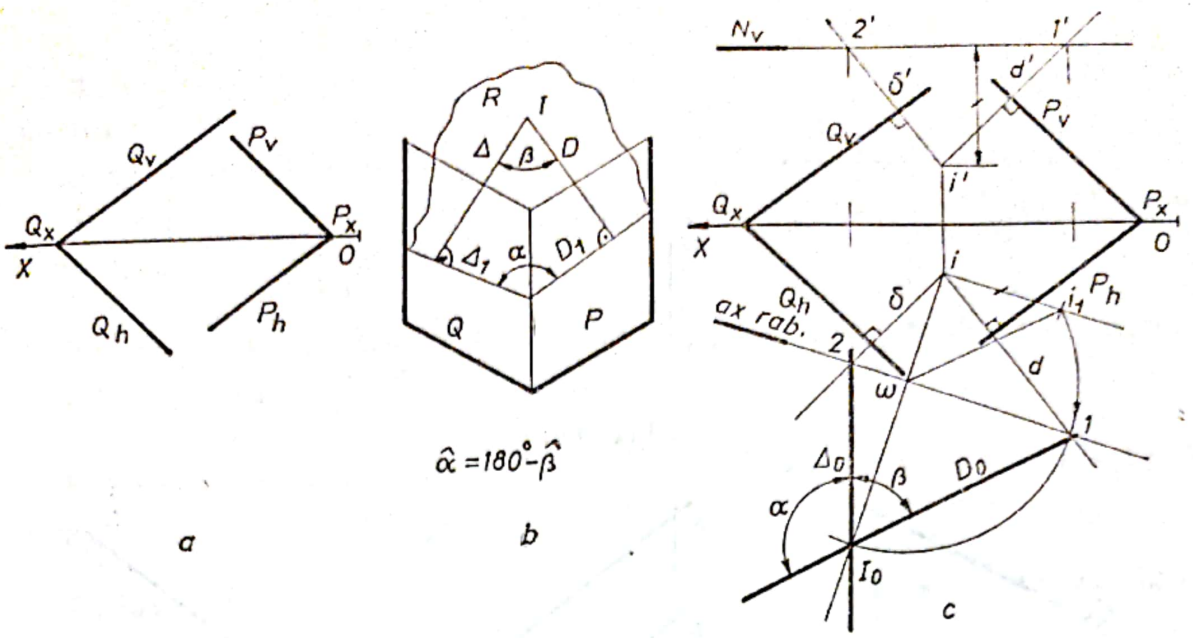


Fig. 4.40

Rezolvare. Unghiul format de o dreaptă cu un plan este determinat de unghiul format de dreaptă cu proiecția ei pe plan (fig. 4.39, *b*). Pentru simplificarea construcțiilor, se determină unghiul format de dreaptă cu normala Δ la plan, cunoscînd că unghiul format de dreaptă cu planul P este $\hat{\alpha} = 90° - \hat{\beta}$. Se consideră un punct oarecare I pe dreapta D, din care se trasează normala $\Delta(\delta,\ \delta')$ pe planul P. Se efectuează o rabatere de nivel pe planul N a punctului I, obținînd dreptele rabătute D_0 și Δ_0, respectiv unghiul dintre ele β.

21. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de planele P și Q (fig. 4.40, *a*).

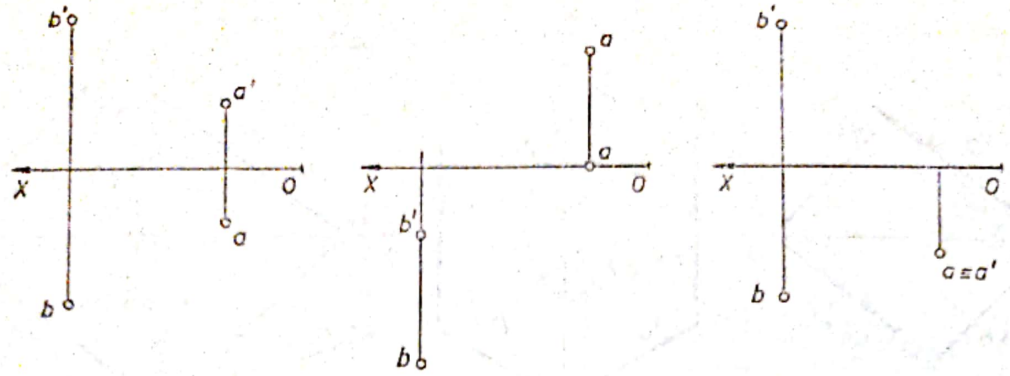
Rezolvare. Una dintre metodele utilizate pentru a determina unghiul diedru format de două plane este metoda normalelor. Se consideră un punct oarecare I (fig. 4.40, *b*), din care se duc normalele D și Δ pe planele P și Q. Cele două normale determină planul R, perpendicular pe planele P și Q, deci și pe dreapta lor de intersecție. Planul R se intersectează cu planele P și Q, după dreptele D_1 și Δ_1, care formează între ele unghiul α corespunzător unghiului diedru format de cele două plane. Pentru simplificarea construcțiilor în reprezentarea plană (fig. 4.40, *c*), se determină adevărata mărime a unghiului β format de cele două normale, cunoscînd că unghiul planelor $\hat{\alpha} = 180° - \hat{\beta}$. Pentru a determina adevărata mărime a unghiului format de dreptele D și Δ, se consideră o rabatere de nivel a dreptelor, ca și în cazul problemei anterioare.

4.5. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se determine adevărata mărime a distanței dintre punctele $A(a,\ a')$ și $B(b,\ b')$ (fig. 4.41).

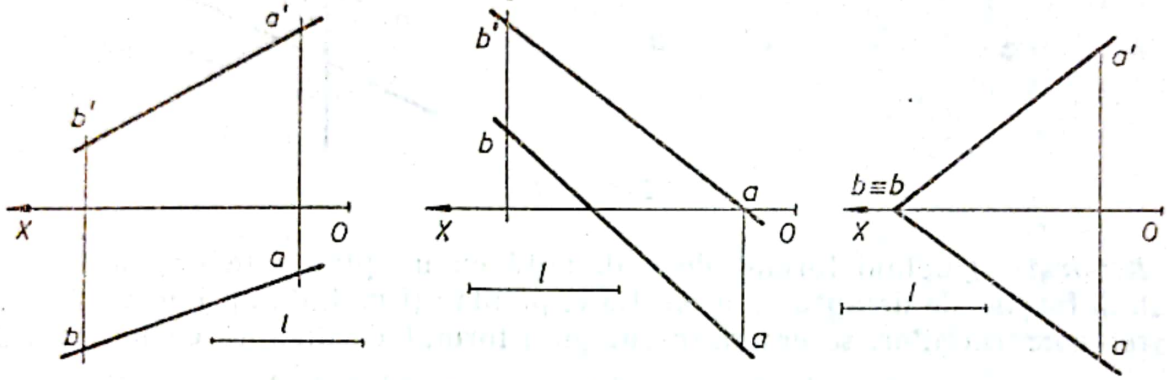
2. Să se determine punctul M, situat pe dreapta AB, la distanța dată l de A (fig. 4.42).

Scanned with OKEN Scanner



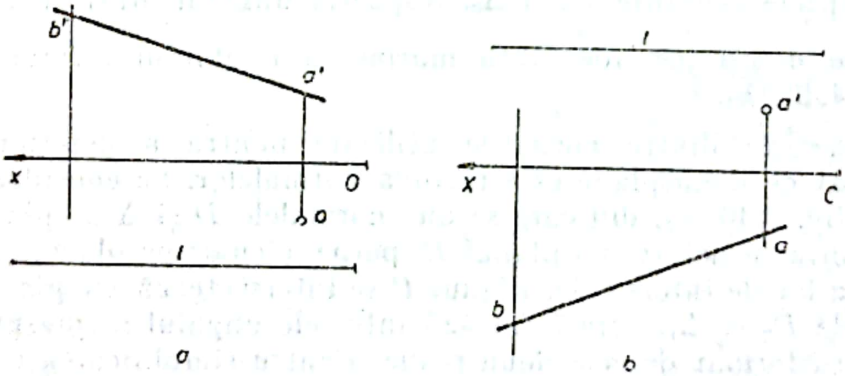
a b c

Fig. 4.41



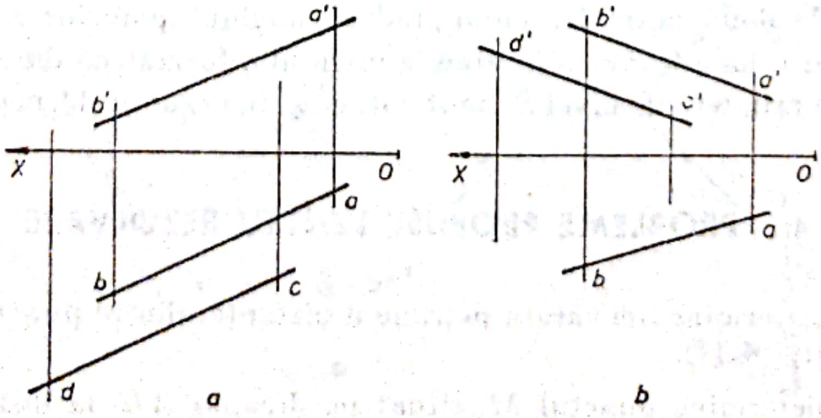
a b c

Fig. 4.42



a b

Fig. 4.43



a b

Fig. 4.44

Scanned with OKEN Scanner

3. Să se determine proiecțiile punctului B, astfel încît lungimea segmentului AB să fie egală cu l (fig. 4.43).

4. Să se determine proiecțiile dreptelor paralele AB și CD, astfel încît distanța dintre ele să fie de 20 mm (fig. 4.44).

5. Să se determine adevărata mărime a distanțelor dintre dreptele paralele AB, CD și EF (fig. 4.45).

6. Să se construiască proiecțiile dreptei EF, paralelă cu dreptele AB și CD și la distanța de 20 mm (fig. 4.46).

7. Să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul P (fig. 4.47).

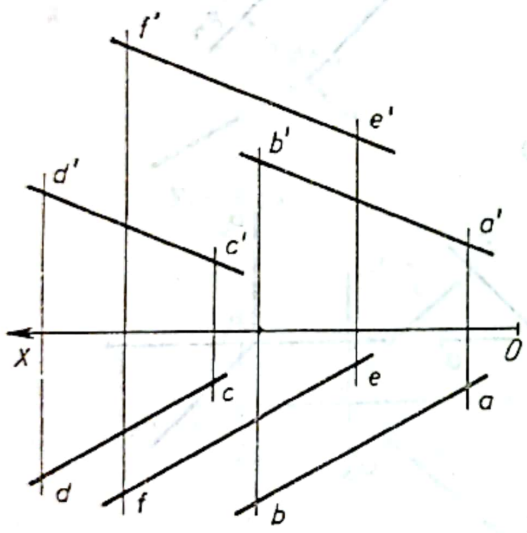


Fig. 4.45

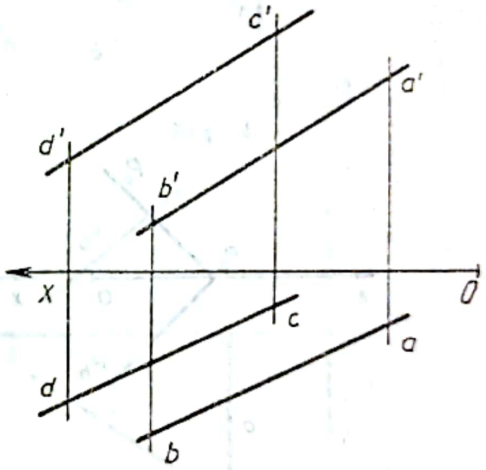


Fig. 4.46

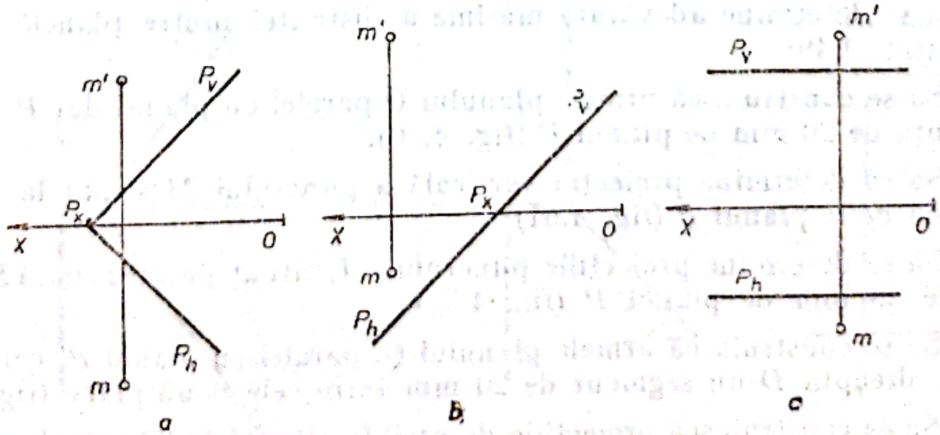


Fig. 4.47

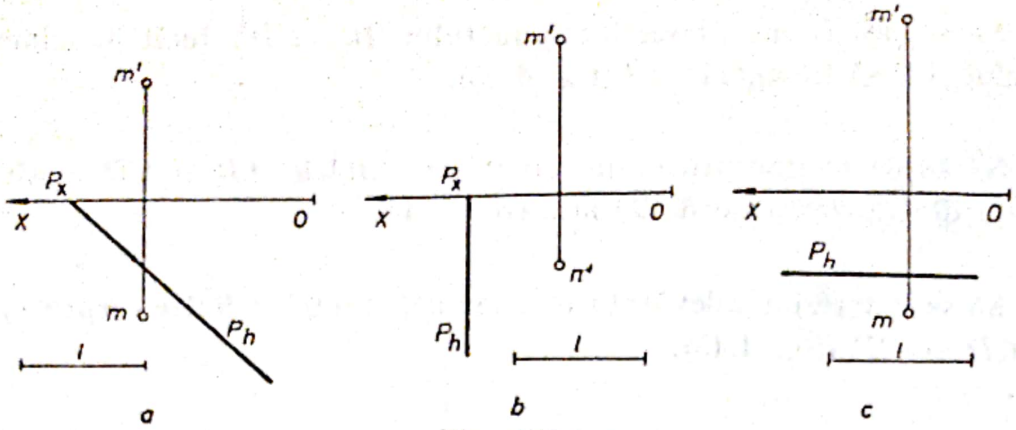


Fig. 4.48

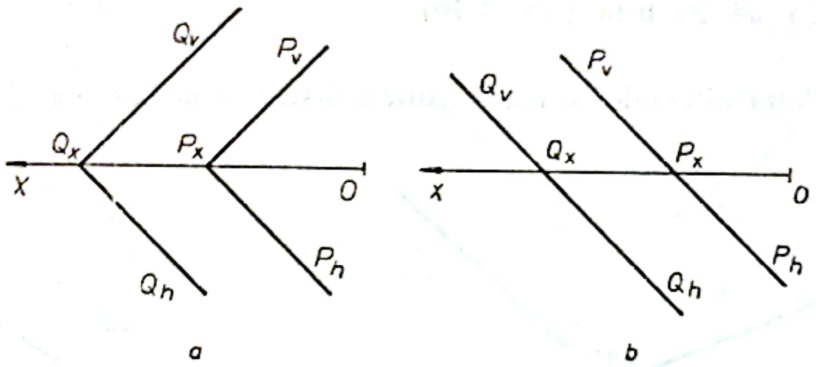


Fig. 4.49

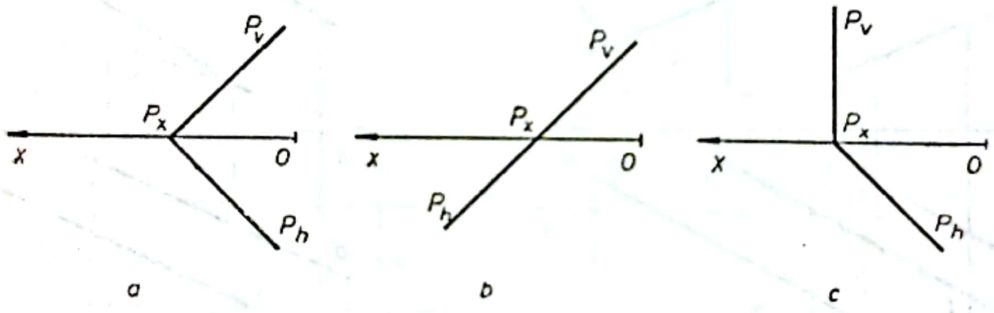


Fig. 4.50

8. Să se determine urma verticală a planului P, cunoscînd că planul P este situat la distanța dată l de punctul M (fig. 4.48).

9. Să se determine adevărata mărime a distanței dintre planele paralele P și Q (fig. 4.49).

10. Să se construiască urmele planului Q paralel cu planul dat P și situat la distanța de 20 mm de planul P (fig. 4.50).

11. Să se determine proiecția verticală a punctului M situat la distanța de 30 mm de la planul P (fig. 4.51).

12. Să se determine proiecțiile punctului M, situat pe dreapta AB la distanța de 30 mm de planul P (fig. 4.52).

13. Să se construiască urmele planului Q, paralel cu planul P, care determină pe dreapta D un segment de 20 mm între cele două plane (fig. 4.53).

14. Să se construiască proiecțiile dreptei D, situată la 20 mm de planul P și la 15 mm de planul Q (fig. 4.54).

Scanned with OKEN Scanner

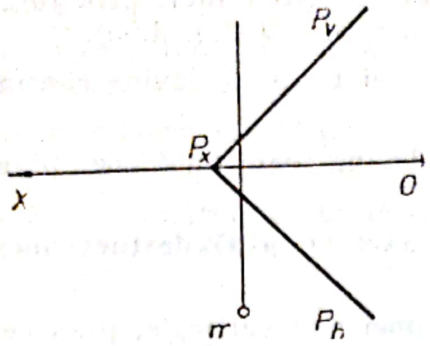


Fig. 4.51

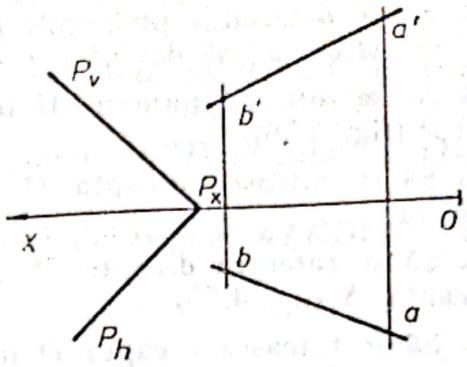


Fig. 4.52

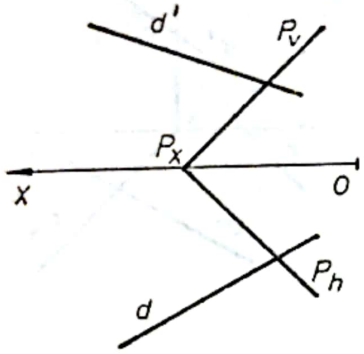
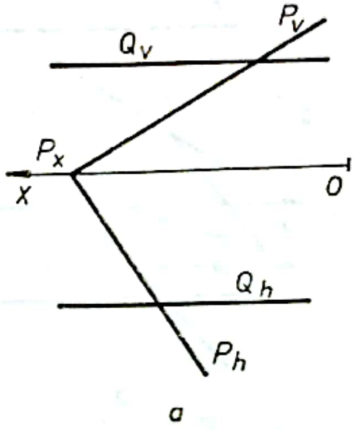


Fig. 4.53



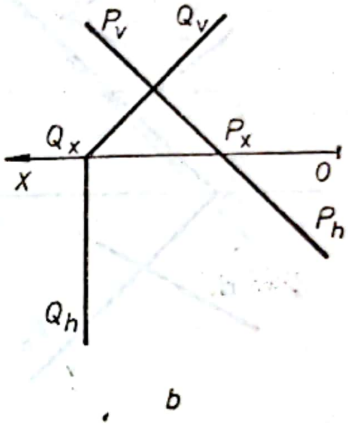
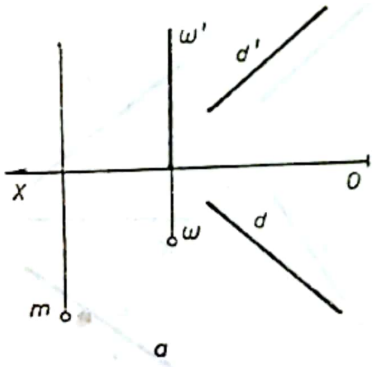


Fig. 4.54



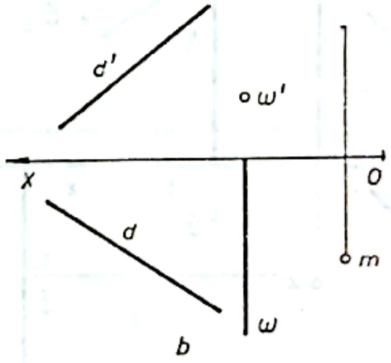
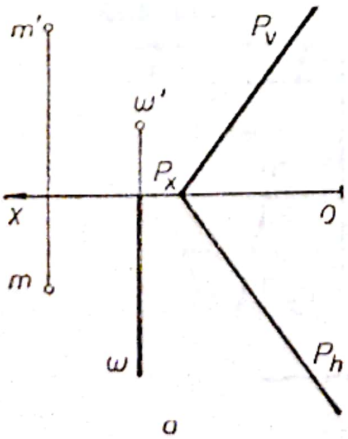
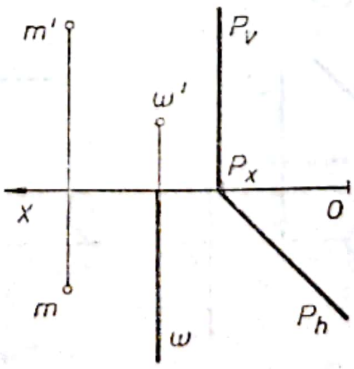


Fig. 4.55





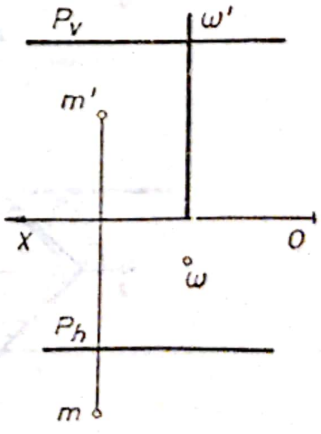


Fig. 4.56

Scanned with OKEN Scanner

15. Să se determine proiecţiile punctului M, astfel încît prin rotaţia în jurul axei $\Omega(\omega, \omega')$ să devină conţinut de dreapta D (fig. 4.55).

16. Să se rotească punctul M în jurul axei Ω, pînă devine conţinut de planul P (fig. 4.56).

17. Să se rotească dreapta D, pînă devine conţinută de planul P (fig. 4.57).

18. Să se rotească dreapta D în jurul axei Ω, pînă devine concurentă cu dreapta Δ (fig. 4.58).

19. Să se rotească dreapta D în jurul unei axe verticale, pînă ce trece prin punctul M (fig. 4.59).

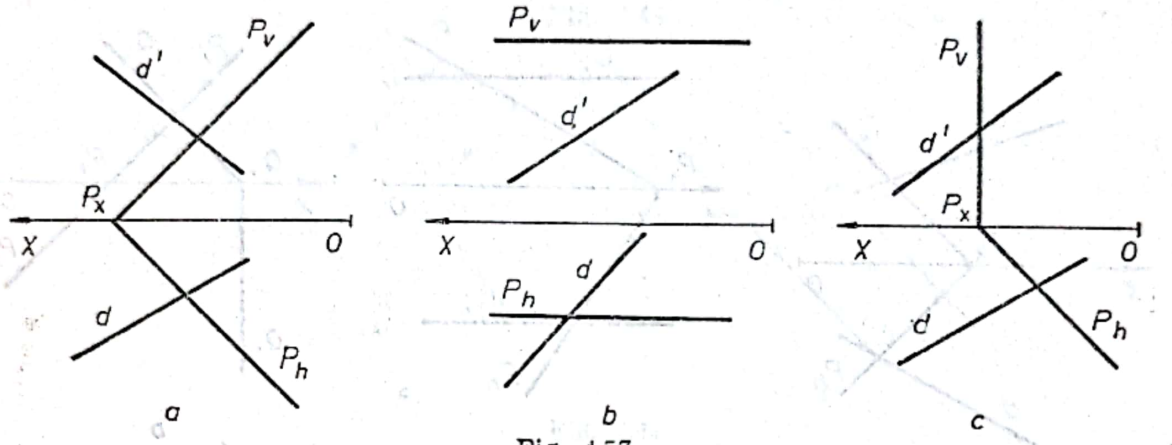


Fig. 4.57

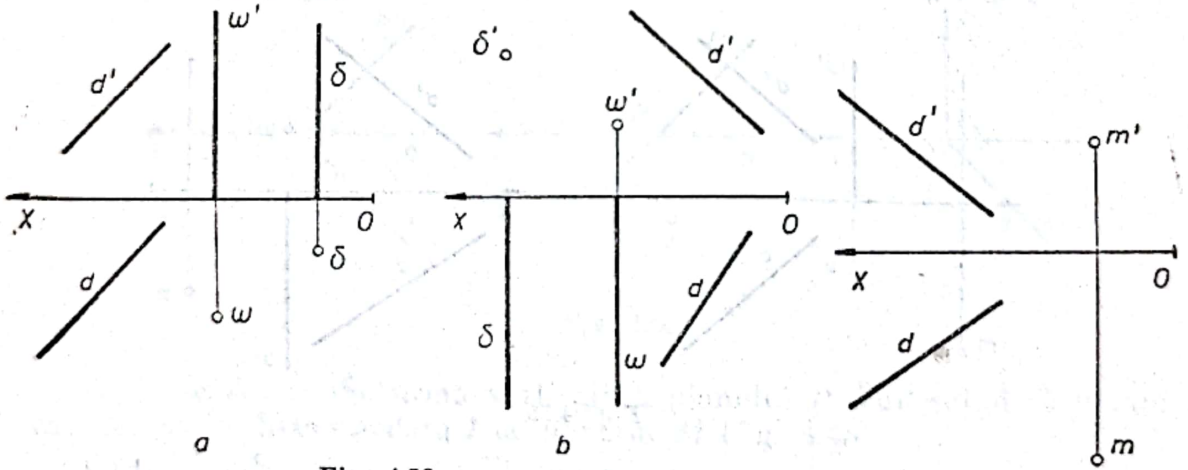


Fig. 4.58

Fig. 4.59

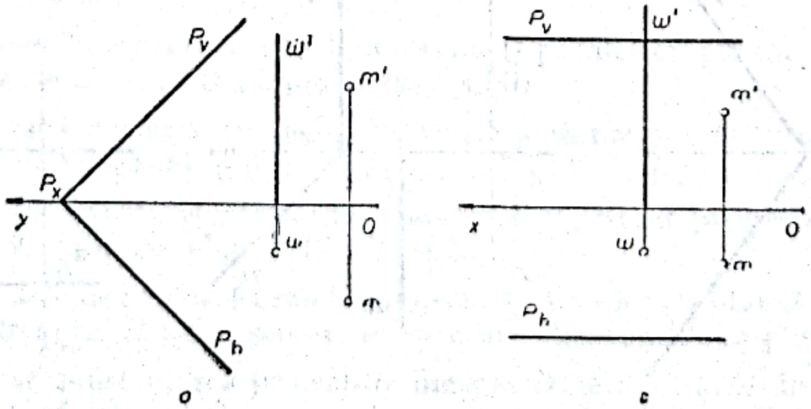


Fig. 4.60

20. Să se rotească planul P în jurul axei Ω, pînă trece prin punctul M (fig. 4.60).

21. Să se determine adevărata mărime a triunghiului ABC, conținut de planul P (fig. 4.61).

22. Să se construiască proiecțiile pătratului $ABCD$, conținut de planul P și avînd latura dată AB (fig. 4.62).

23. Să se construiască proiecțiile hexagonului regulat $ABCDEF$, conținut de planul P (fig. 4.63).

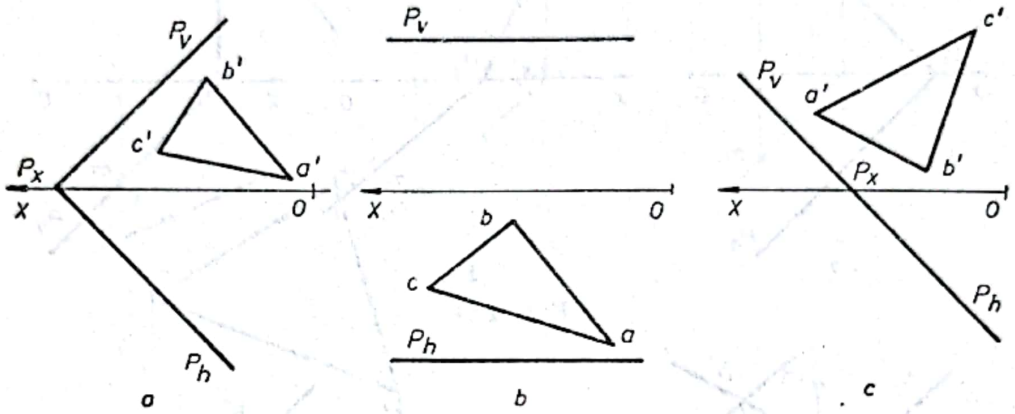


Fig. 4.61

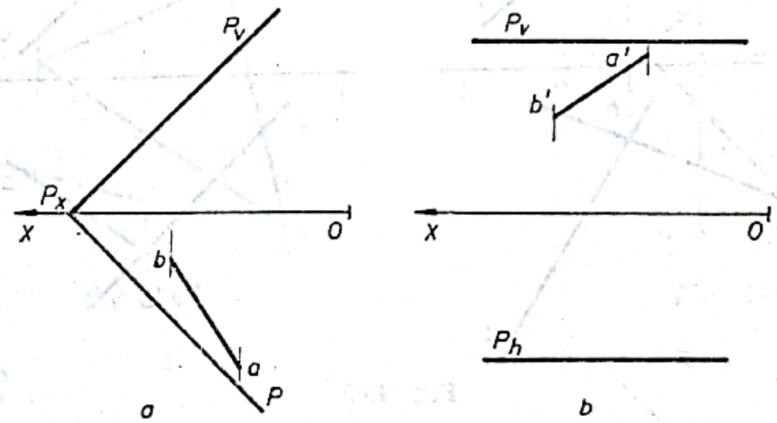


Fig. 4.62

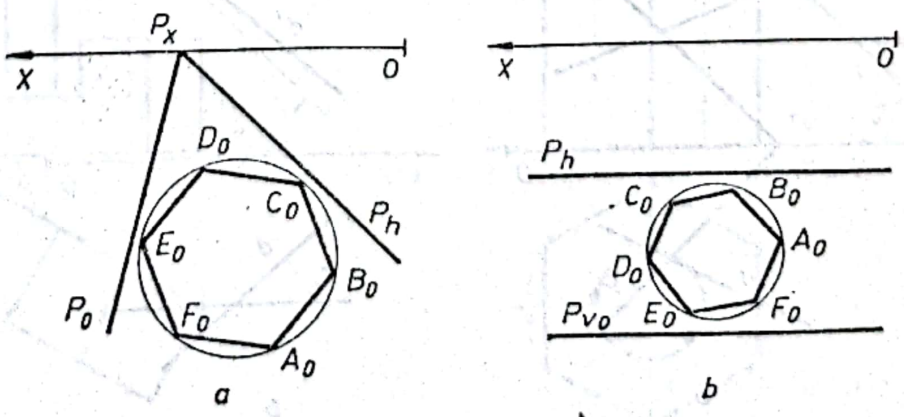


Fig. 4.63

Scanned with OKEN Scanner

24. Să se construiască proiecțiile cercului conținut de planul P, cu centrul în punctul M și tangent la una dintre urmele planului (fig. 4.64).

25. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de dreptele concurente AB și BC (fig. 4.65).

26. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de dreapta D cu planul P (fig. 4.66).

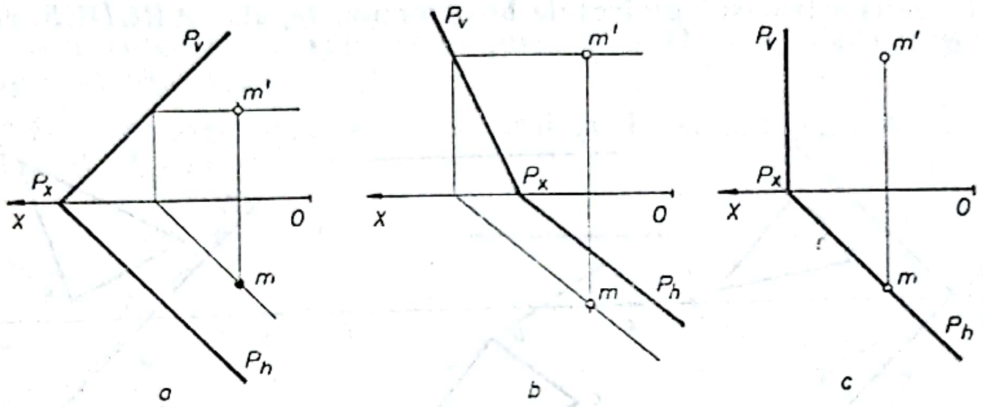


Fig. 4.64

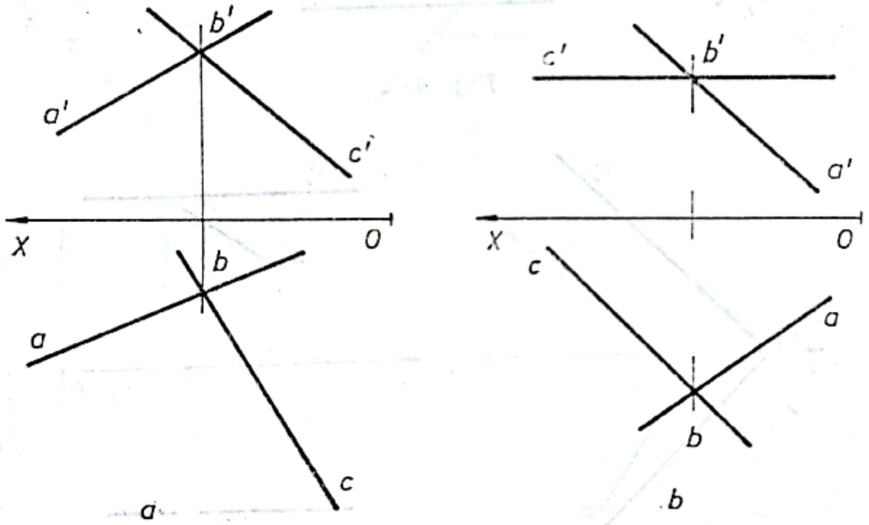


Fig. 4.65

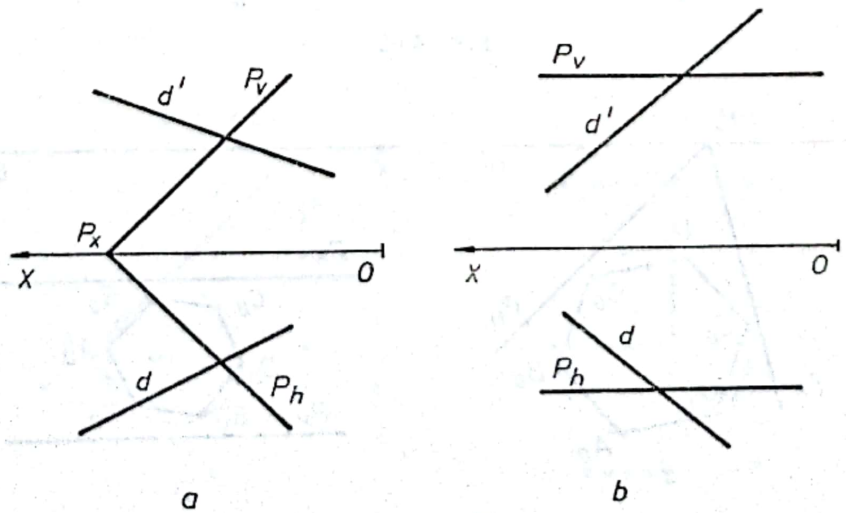


Fig. 4.66

Scanned with OKEN Scanner

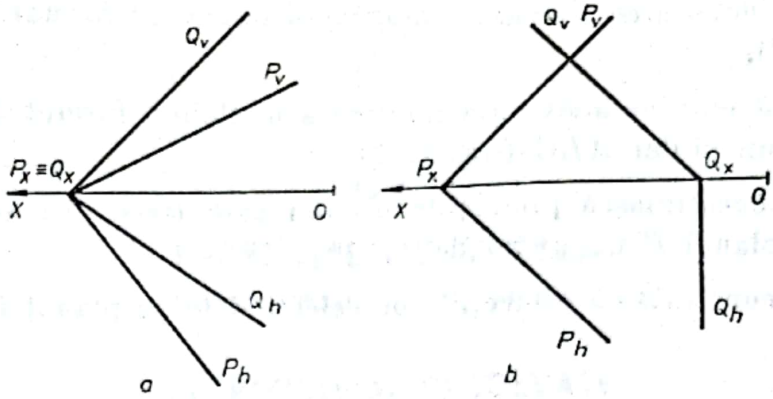


Fig. 4.67

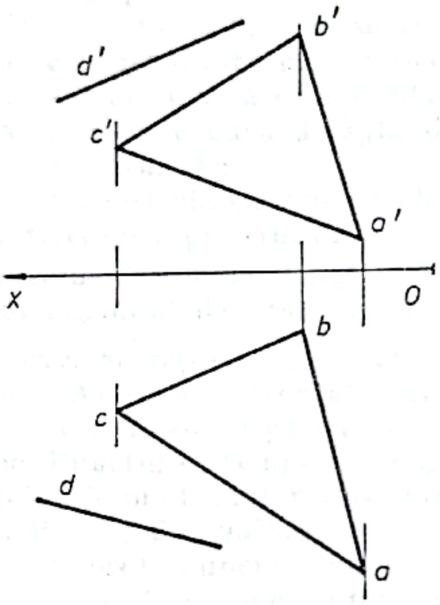


Fig. 4.68

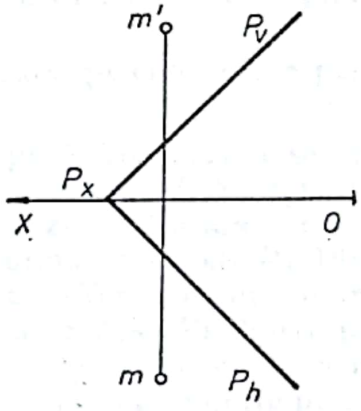


Fig. 4.69

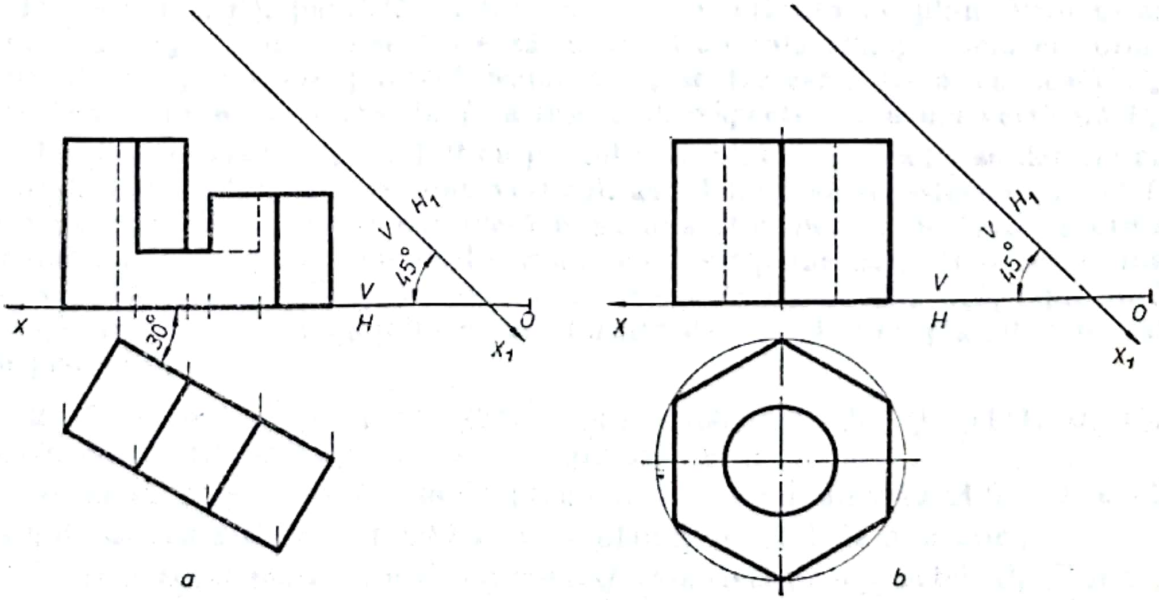


Fig. 4.70

Scanned with OKEN Scanner

27. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de planele P și Q (fig. 4.67).

28. Să se determine adevărata mărime a unghiului format de dreapta D cu planul triunghiului ABC (fig. 4.68).

29. Să se construiască proiecțiile dreptei care trece prin punctul M și formează cu planul P un unghi de 45° (fig. 4.69).

30. Să se construiască proiecțiile modelelor date pe planul H_1 (fig. 4.70).

Scanned with OKEN Scanner

5

PROBLEME DE SINTEZĂ

(punct, dreaptă, plan și metode)

5.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Se dau punctele: A (68, 28, 25), B(60, 28, 35), C(40, 8, 25), H(50, 28, 0) și V(60, 0, 59). Se cere:

— să se construiască urmele planului P, definit de punctele A, B și V;

— să se construiască urmele planului Q, definit de punctele A, C și H;

— să se verifice dacă dreapta de intersecție $\Delta(\delta, \delta')$ a planelor P și Q trece prin punctul A;

— să se construiască urmele planului R, care este paralel cu planul P, știind că trece prin punctul M(155, 38, 42);

— să se determine adevărata mărime a unghiului pe care îl face planul R cu planul orizontal de proiecție H.

Rezolvare. Se reprezintă punctele date în epură (fig. 5.1) și se observă că dreapta AB este o frontală, avînd urma orizontală $H_1(h_1, h_1')$. Prin v' se trasează o paralelă la proiecția verticală $a'b'$, rezultînd urma verticală P_v a planului. Punctul P_x se unește cu h_1 și se obține urma orizontală P_h. Planul Q se determină în mod similar, observînd că dreapta $AC(ac, a'c')$ este o dreaptă de nivel. Pentru determinarea dreptei de intersecție $\Delta(\delta, \delta')$ dintre planele P și Q, se folosesc punctele comune celor două plane H_2 și V_2. Prin unirea proiecțiilor de același nume ale punctelor h_2 cu v_2 și h_2' cu v_2', se obțin proiecțiile dreptei δ și δ'.

Pentru determinarea planului R, se consideră prin punctul M (m, m') o frontală $F(f, f')$, paralelă cu frontala AB, conținută de plan. Prin urma orizontală h_3 a frontalei se trasează urma orizontală R_h, paralelă cu urma orizontală P_h, iar din punctul rezultat R_x se trasează urma verticală R_v, paralelă cu proiecția verticală f' a frontalei, respectiv cu urma verticală P_v.

Unghiul format de planul R cu planul orizontal de proiecție se determină considerînd o schimbare de plan vertical, astfel încît să transforme planul R într-un plan de capăt. Se consideră noua axă O_1x_1 perpendiculară pe urma orizontală R_h. Utilizînd punctul comun celor trei plane $E(e, e')$, se determină noua urmă verticală R_{v1}, iar unghiul α format de R_{v1} cu axa O_1x_1 reprezintă adevărata mărime a unghiului diedru format de planul R cu planul orizontal de proiecție.

2. Cunoscînd punctele: A(25, 5, 20), B(58, 29, 0), Q_x (111, 0, 0), H(50, 60, 0) și V(80, 0, 27), se cer următoarele:

— să se construiască urmele planului P, avînd dreapta AB $(ab, a'b')$ ca linie de cea mai mare pantă față de planul vertical de proiecție;

— să se construiască urmele planului Q, care trece prin punctele Q_x, H și V;

Scanned with OKEN Scanner

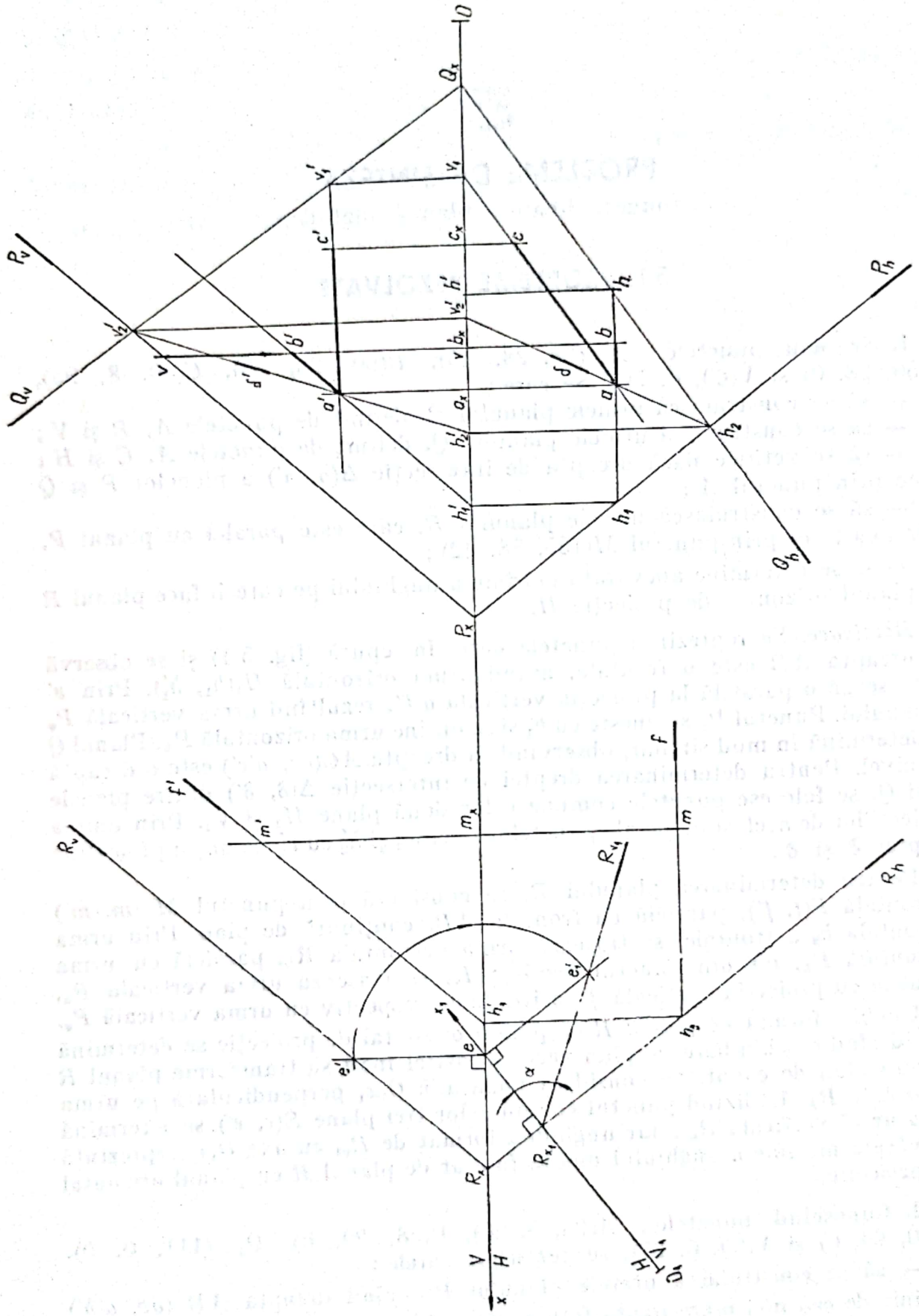


Fig. 5.1

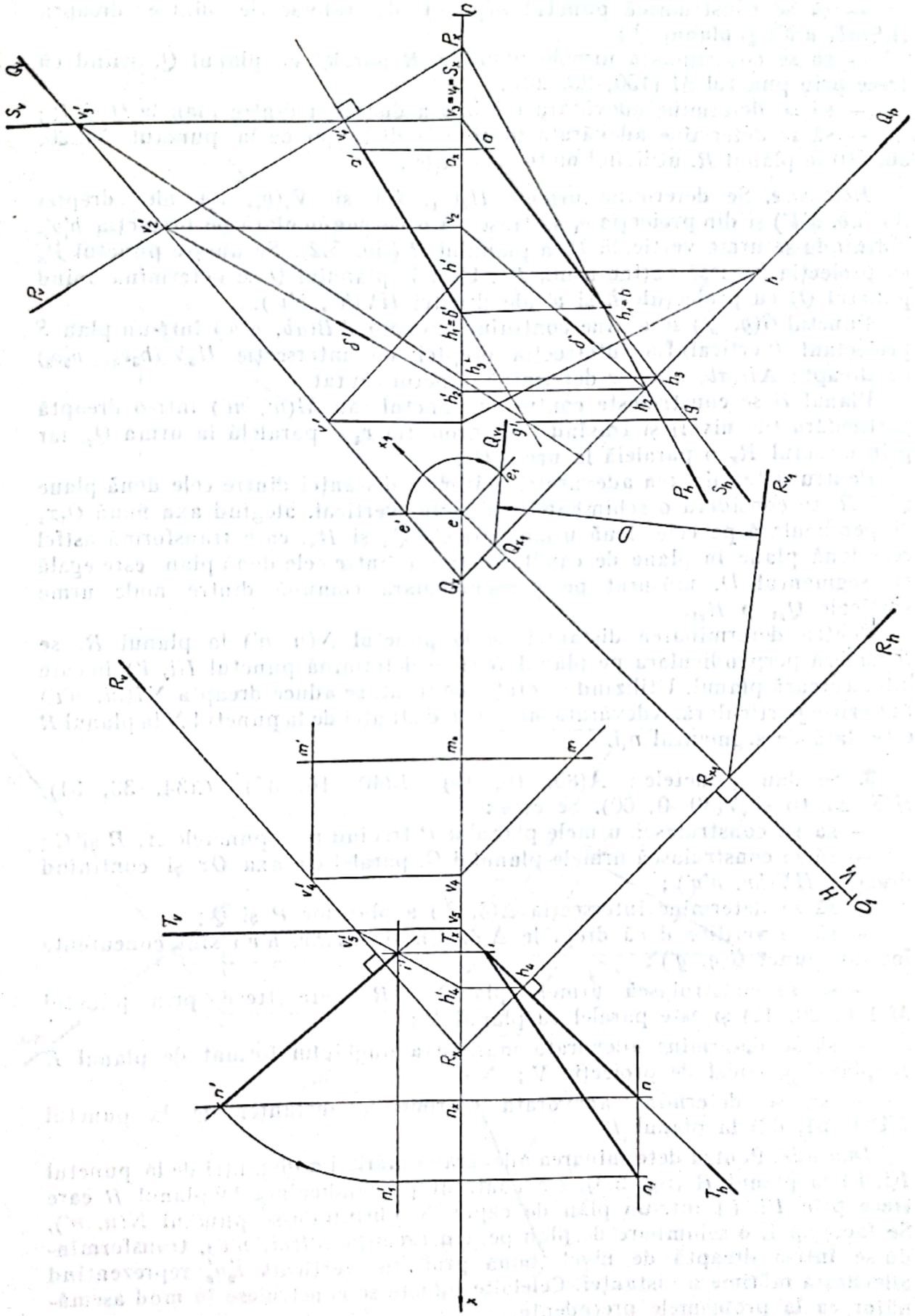


Fig. 5.2

— să se construiască dreapta de intersecție $\Delta(\delta, \delta')$ dintre planele P și Q ;

— să se construiască punctul $G(g, g')$ de intersecție dintre dreapta $AB(ab, a'b')$ și planul Q ;

— să se construiască urmele planului R paralel cu planul Q, știind că trece prin punctul M (150, 23, 20) ;

— să se determine adevărata mărime a distanței dintre planele Q și R ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul N(220, 36, 50) la planul R, utilizînd metoda rotației.

Rezolvare. Se determină urmele $H_1(h_1, h_1')$ și $V_1(v_1, v_1)$ ale dreptei $AB(ab, a'b')$ și din proiecția v_1' se trasează o perpendiculară pe proiecția $h_1'v_1'$, obținîndu-se urma verticală P_v a planului P (fig. 5.2). Se unește punctul P_x cu proiecția h_1 și se obține urma P_h. Urmele planului Q se determină unind punctul Q_x cu proiecțiile h și v' ale dreptei $HV(hv, h'v')$.

Punctul $G(g, g')$ se obține conținînd dreapta $AB(ab, a'b')$ într-un plan S proiectant (vertical).La intersecția dreptei de intersecție $H_3V_3(h_3v_3, h_3'v_3')$ cu dreapta $AB(ab, a'b')$ se determină punctul căutat.

Planul R se construiește conținînd punctul său $M(m, m')$ într-o dreaptă particulară (de nivel) și trasînd prin proiecția v_4' o paralelă la urma Q_v, iar prin punctul R_x o paralelă la urma Q_h.

Pentru determinarea adevăratei mărimi a distanței dintre cele două plane Q și R, se consideră o schimbare a planului vertical, alegînd axa nouă O_1x_1 perpendiculară pe cele două urme paralele Q_h și R_h, care transformă astfel cele două plane în plane de capăt. Distanța dintre cele două plane este egală cu segmentul D, măsurat pe perpendiculara comună dintre noile urme verticale Q_{v1} și R_{v1}.

Pentru determinarea distanței de la punctul $N(n, n')$ la planul R, se consideră perpendiculara pe planul R și se determină punctul $I(i, i')$ în care intersectează planul. Utilizînd o rotație de front, se aduce dreapta $NI(ni, n'i')$ în poziție particulară. Adevărata mărime a distanței de la punctul N la planul R este dată de segmentul n_1i.

3. Se dau punctele : A(80, 16, 15), B(40, 16, 47), C(34, 33, 31), H(5, 25, 0) și V(30, 0, 60). Se cere :

— să se construiască urmele planului P trecînd prin punctele A, B și C ;

— să se construiască urmele planului Q, paralel cu axa Ox și conținînd dreapta $HV(hv, h'v')$;

— să se determine intersecția $\Delta(\delta, \delta')$ a planelor P și Q ;

— să se verifice dacă dreptele $\Delta(\delta, \delta')$, și $HV(hv, h'v')$ sînt concurente într-un punct $G(g, g')$;

— să se construiască urmele planului R, care trece prin punctul M(150, 20, 45) și este paralel cu planul P ;

— să se determine adevărata mărime a unghiului format de planul R cu planul vertical de proiecție V ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul I(180, 51, 62) la planul R.

Indicație. Pentru determinarea adevăratei mărimi a distanței de la punctul $I(i, i')$ la planul R (fig. 5.3), s-a conținut perpendiculara la planul R care trece prin $I(i, i')$ într-un plan de capăt S, obținîndu-se punctul $N(n, n')$. Se face, apoi, o schimbare de plan pentru dreapta $NI(ni, n'i')$, transformîndu-se într-o dreaptă de nivel, noua proiecție verticală $i_2'n_2'$ reprezentînd adevărata mărime a distanței. Celelalte puncte se construiesc în mod asemănător ca la problemele precedente.

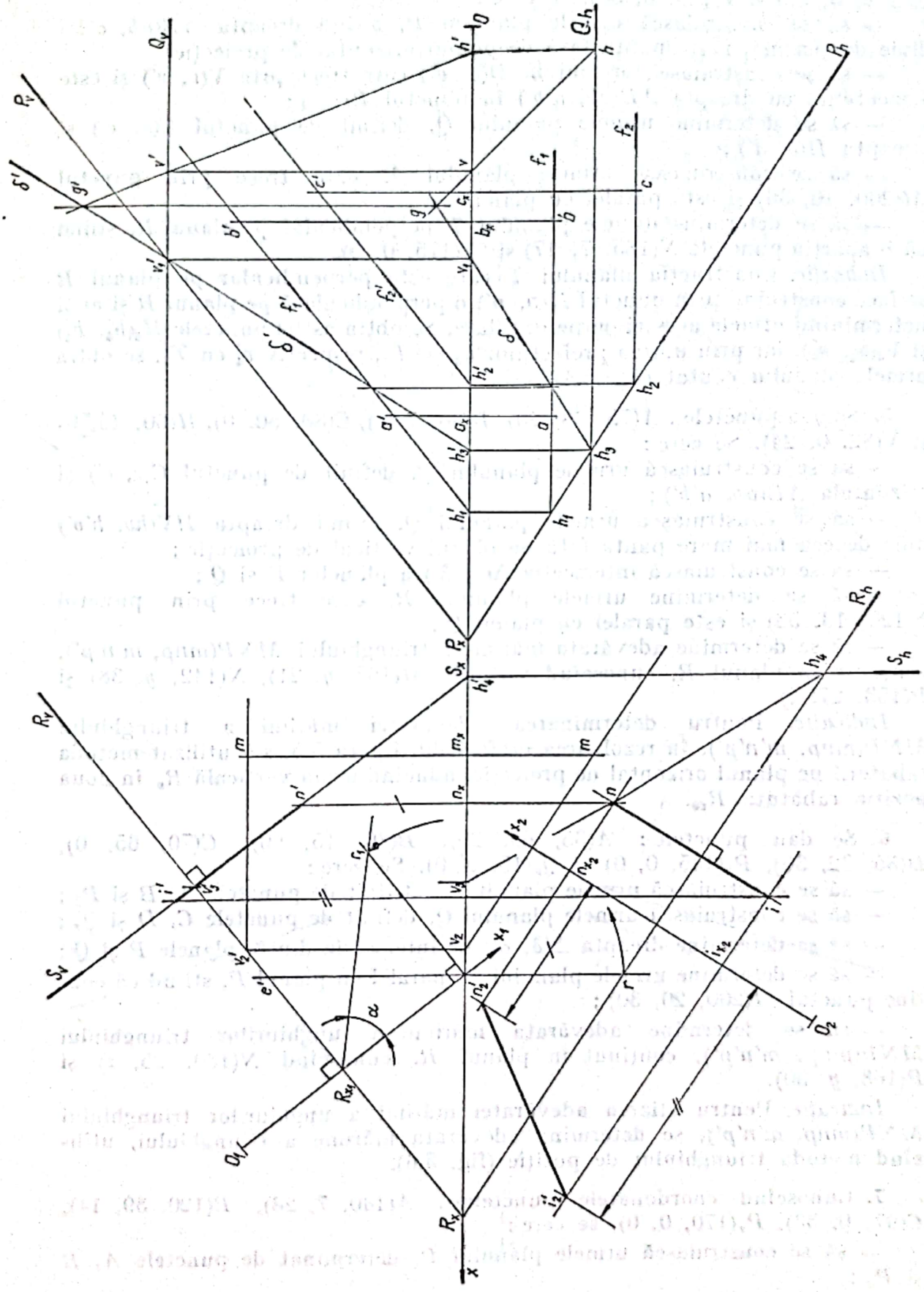


Fig. 5.3

4. Cunoscînd următoarele elemente: $A(70, 34, 8)$, $B(88, 6, 53)$, $C(110, 0, 62)$ și $V(129, 0, 30)$, se cere:

— să se construiască urmele planului P, avînd dreapta $AB(ab, a'b')$ linie de cea mai mare pantă față de planul orizontal de proiecție;

— să se construiască orizontala $D(d, d')$ care trece prin $V(v, v')$ și este concurentă cu dreapta $AB(ab, a'b')$ în punctul $I(i, i')$;

— să se determine urmele planului Q, definit de punctul $C(c, c')$ și dreapta $D(d, d')$;

— să se construiască urmele planului R care trece prin punctul $M(200, 10, 36)$ și este paralel cu planul Q;

— să se determine urmele planului T perpendicular pe planul R, știind că îi aparțin punctele $N(185, 7, 17)$ și $T_x(175, 0, 0)$.

Indicație. Construcția planului T care este perpendicular pe planul R se face construind prin punctul $N(n, n')$ o perpendiculară pe planul R și apoi determinînd urmele acestei perpendiculare. Se obțin astfel punctele $H_4(h_4, h_4')$ și $V_4(v_4, v_4')$, iar prin unirea proiecțiilor h_4 cu T_x, respectiv v_4' cu T_x, se obțin urmele planului căutat (fig. 5.4).

5. Se dau punctele: $A(75, 38, 20)$, $B(30, 7, z)$, $C(80, 50, 0)$, $H(60, 45, 0)$ și $V(82, 0, 24)$. Se cere:

— să se construiască urmele planului P, definit de punctul $C(c, c')$ și orizontala $AB(ab, a'b')$;

— să se construiască urmele planului Q, avînd dreapta $HV(hv, h'v')$ linie de cea mai mare pantă față de planul vertical de proiecție;

— să se construiască intersecția $\Delta(\delta, \delta')$ a planelor P și Q;

— să se determine urmele planului R, care trece prin punctul $S(120, 13, 55)$ și este paralel cu planul Q;

— să se determine adevărata mărime a triunghiului $MNP(mnp, m'n'p')$, conținut în planul R, cunoscînd vîrfurile $M(167, y, 21)$, $N(142, y, 38)$ și $P(153, 27, z)$.

Indicație. Pentru determinarea adevăratei mărimi a triunghiului $MNP(mnp, m'n'p')$, în rezolvarea grafică din figura 5.5, s-a utilizat metoda rabaterii pe planul orizontal de proiecție, aducînd urma verticală R_v în noua poziție rabătută R_{v0}.

6. Se dau punctele: $A(35, 65, 20)$, $B(80, 15, 60)$, $C(70, 65, 0)$, $D(85, 32, 30)$, $P_x(145, 0, 0)$ și $Q_x(15, 0, 0)$. Se cere:

— să se construiască urmele planului P, definit de punctele A, B și P_x;

— să se construiască urmele planului Q, definit de punctele C, D și Q_x;

— să se determine dreapta $\Delta(\delta, \delta')$ de intersecție dintre planele P și Q;

— să se determine urmele planului R, paralel cu planul P, știind că conține punctul $M(200, 20, 30)$;

— să se determine adevărata mărime a unghiurilor triunghiului $MNP(mnp, m'n'p')$, conținut în planul R, cunoscînd $N(180, 25, z)$ și $P(168, y, 30)$.

Indicație. Pentru aflarea adevăratei mărimi a unghiurilor triunghiului $MNP(mnp, m'n'p')$, se determină adevărata mărime a triunghiului, utilizînd metoda triunghiului de poziție (fig. 5.6).

7. Cunoscînd coordonatele punctelor: $A(140, 7, 28)$, $B(120, 39, 14)$, $C(97, 0, 33)$, $P_x(170, 0, 0)$, se cere:

— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele A, B și P_x;

Scanned with OKEN Scanner

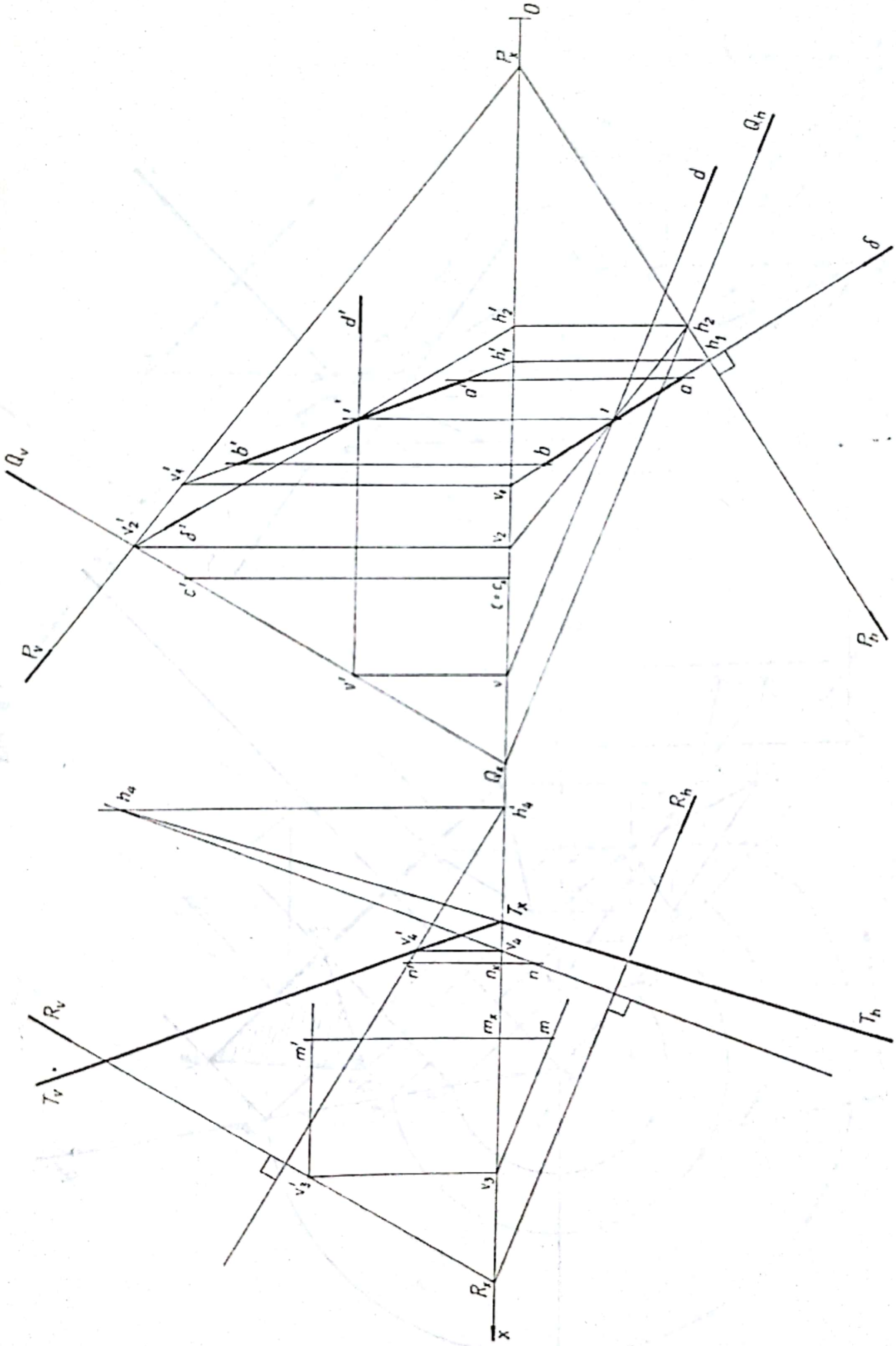

O
P_x
Q_h
d
δ
h'_2
h_2
h'_1
h_1
d'
a'
a
1'
1
Q_v
b'_1
b_1
b'
b
v'_1
v_1
v'_2
v_2
δ'
c'
c'_1
c_1
P_v
P_h
v'
v
Q_x
h'_3
h_3
R_h
T_x
v'_3
v_3
n'
n_1
n
R_v
T_h
m_1
m
m'
T_v
v'_3
v_3
R_x
x

Fig. 5.4

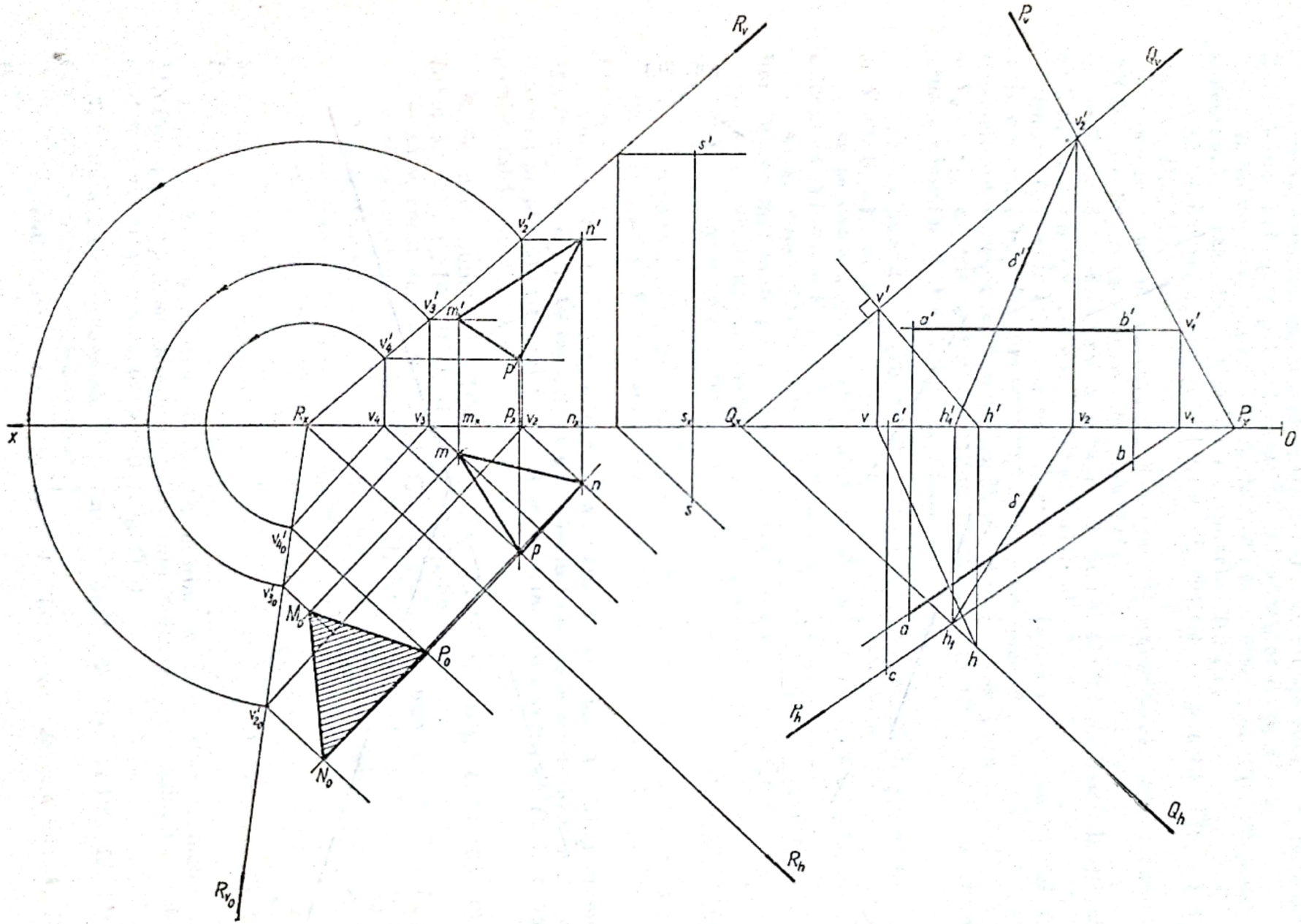


Fig. 5.5

Scanned with OKEN Scanner

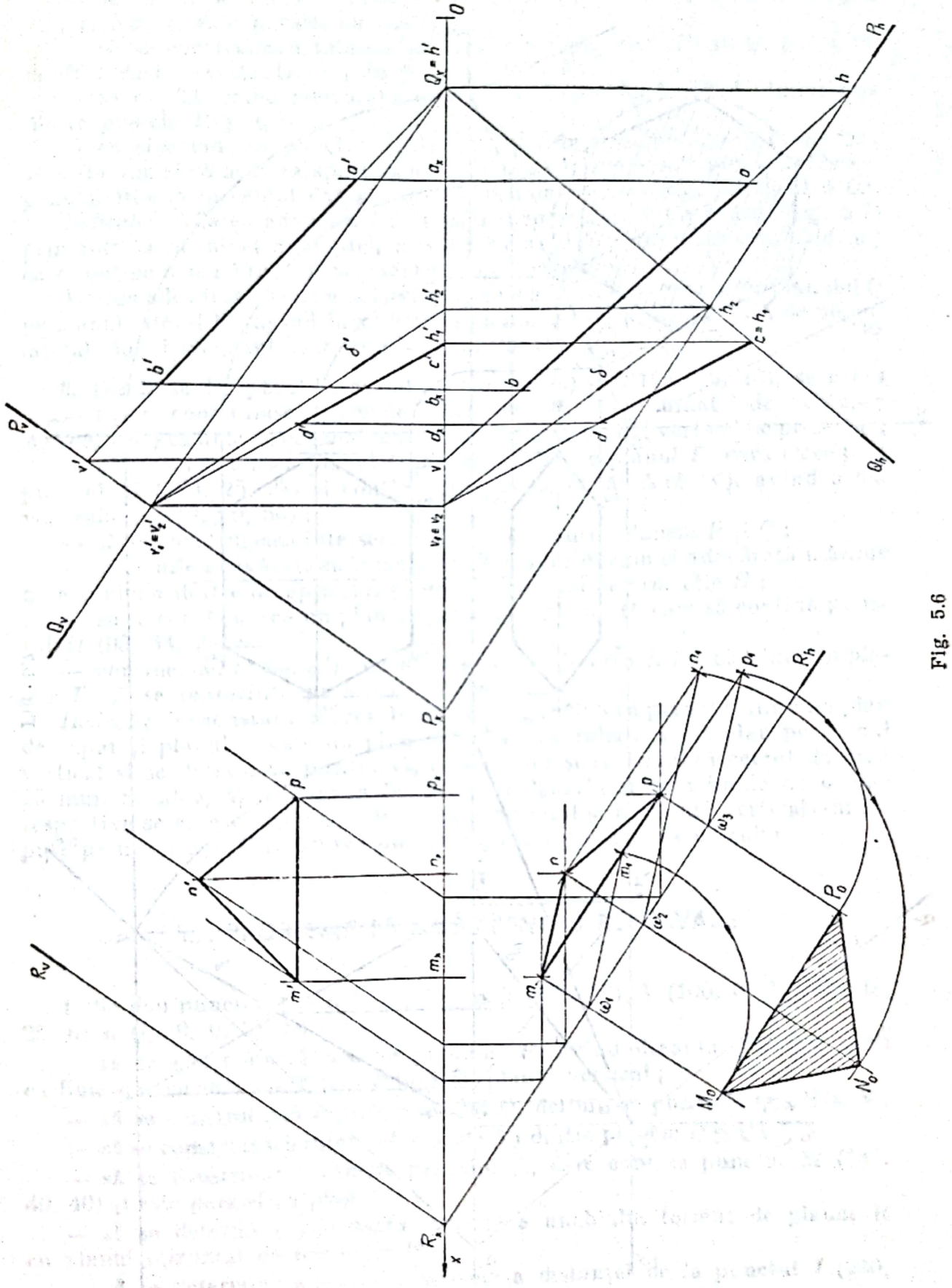

O
$Q_x = h'$
P_h
h
a'
a_x
a
h'_2
h_2
h'_1
$c = h_1$
c'
b'
b
δ'
δ
b_1
d
d_2
d'
P_v
v'
v
Q_h
$v'_1 = v'_2$
$v_1 = v_2$
Q_v
P_2
R_v
p'
p_2
n'
n_2
m_2
m'
R_2
x
n_1
p_1
R_h
p
ω_3
n
m_1
ω_2
P_0
m_0
ω_1
M_0
N_0

Fig. 5.6

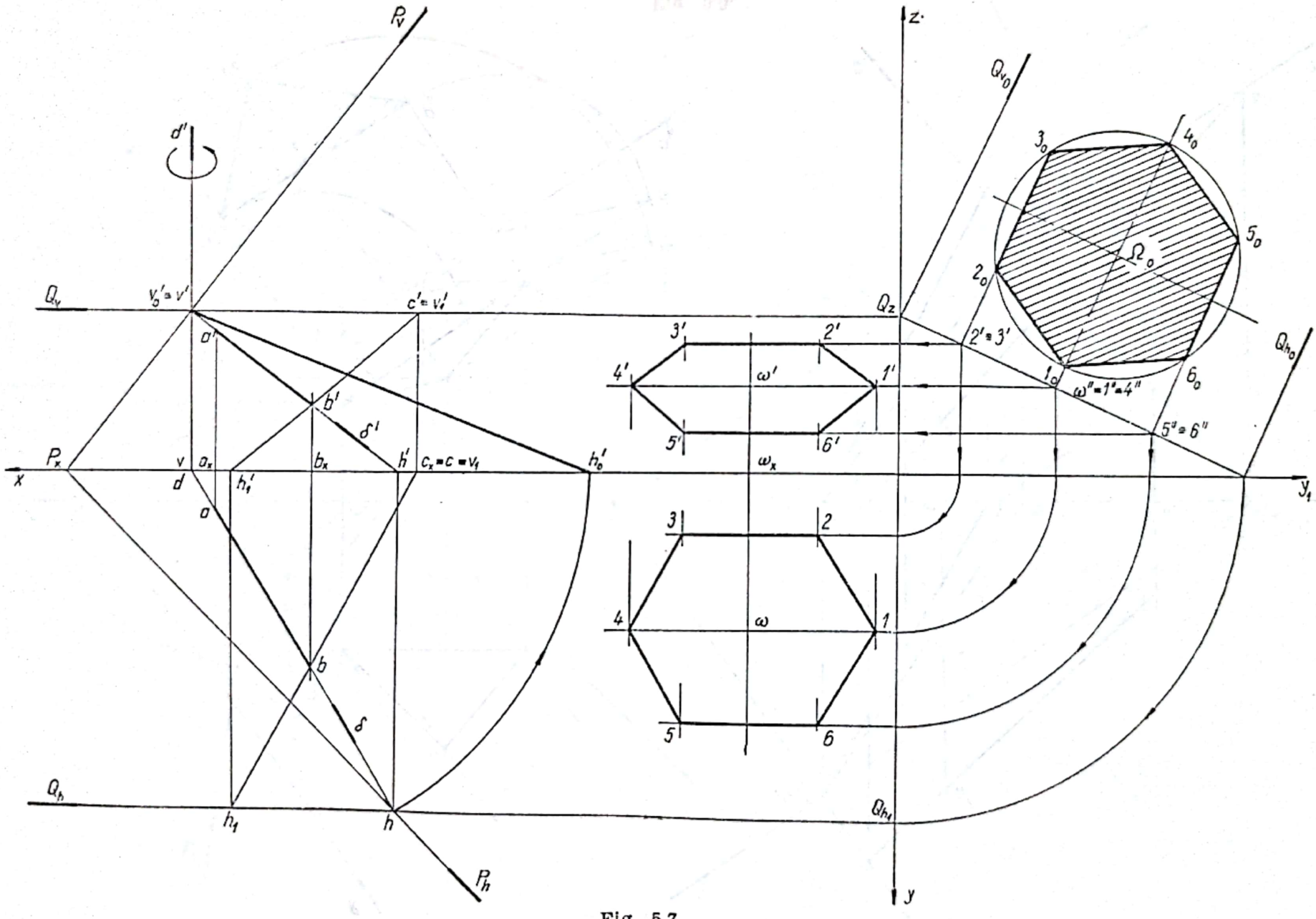


Fig. 5.7

Scanned with OKEN Scanner

— să se construiască urmele planului Q, care conține dreapta $BC(bc,\ b'c')$ și este paralel cu OX ;

— să se construiască intersecția $\Delta(\delta,\ \delta')$ a planelor P și Q și să se verifice dacă aceasta trece prin punctul $B(b,\ b')$;

— să se determine adevărata mărime a dreptei $\Delta(\delta,\ \delta')$ de intersecție dintre planele P și Q ;

— considerînd că punctul $\Omega(30,\ 32,\ z)$ este centrul cercului de rază $R = 25$ mm și că aceasta aparține planului Q, să se reprezinte proiecțiile hexagonului înscris în cercul dat și care are diagonala $1-4$ paralelă cu axa Ox.

Indicație. Aflarea adevăratei mărimi a dreptei $\Delta(\delta,\ \delta')$ s-a făcut (fig. 5.7) prin rotația de nivel a dreptei, alegînd ca axă de rotație dreapta $D(d,\ d')$ care conține urma $V(v,\ v')$. Segmentul căutat este $h_0'v_0'$.

Aflarea adevăratei mărimi a hexagonului s-a făcut prin rabaterea planului Q pe planul lateral W, avînd în vedere că planul Q este proiectat față de planul lateral, iar hexagonul este conținut în planul Q.

8. Dîndu-se dreapta AB, avînd A (210, 6, 25) și B(195, 26, 10), se cere :

— să se construiască urmele planului P, determinat de dreapta $AB(ab,\ a'b')$ ca linie de cea mai mare pantă față de planul vertical de proiecție ;

— să se construiască planul Q perpendicular pe planul P, care trece prin punctul M (170, 25, 28) și conține dreapta de capăt $\Delta\ (\delta,\ \delta')$, avînd urma verticală V_2 (192, 0, 50) ;

— să se construiască intersecția $\Delta_1\ (\delta_1,\ \delta_1')$ dintre planele P și Q ;

— să se afle adevărata mărime a dreptei AB, precum și adevărata mărime a unghiului α dintre dreapta AB și planul orizontal de proiecție H ;

— să se construiască un plan T, paralel cu planul Q, care să conțină punctul Ω (90, 34, 28) ;

— considerînd $\Omega\ (\omega,\ \omega')$ ca centrul cercului de raza R 25, conținut în planul T, să se reprezinte proiecțiile cercului.

Indicație. Se constată din rezolvarea din figura 5.8 că planul Q fiind un plan de capăt și planul T este un plan de capăt. Se rabate acest plan pe planul vertical și se determină poziția Ω_0 a centrului și se trasează cercul de rază 25 mm. Se aleg, apoi, convenabil punctele $1_0 \ldots 8_0$ și prin liniile de ordine respective se găsesc proiecțiile în planul orizontal și în planul vertical (suprapuse pe urma T_v). Prin unirea punctelor rezultă proiecțiile cercului.

5.2. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Se dau punctele : A (34, 60, 10), B (55, 22, 30), V (100, 0, 80), H (48, 25, 0) și Q_x (0, 0, 0). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, avînd dreapta AB $(ab,\ a'b')$ ca linie de cea mai mare pantă față de planul vertical ;

— să se construiască urmele planului Q, definit de punctele Q_x, H și V ;

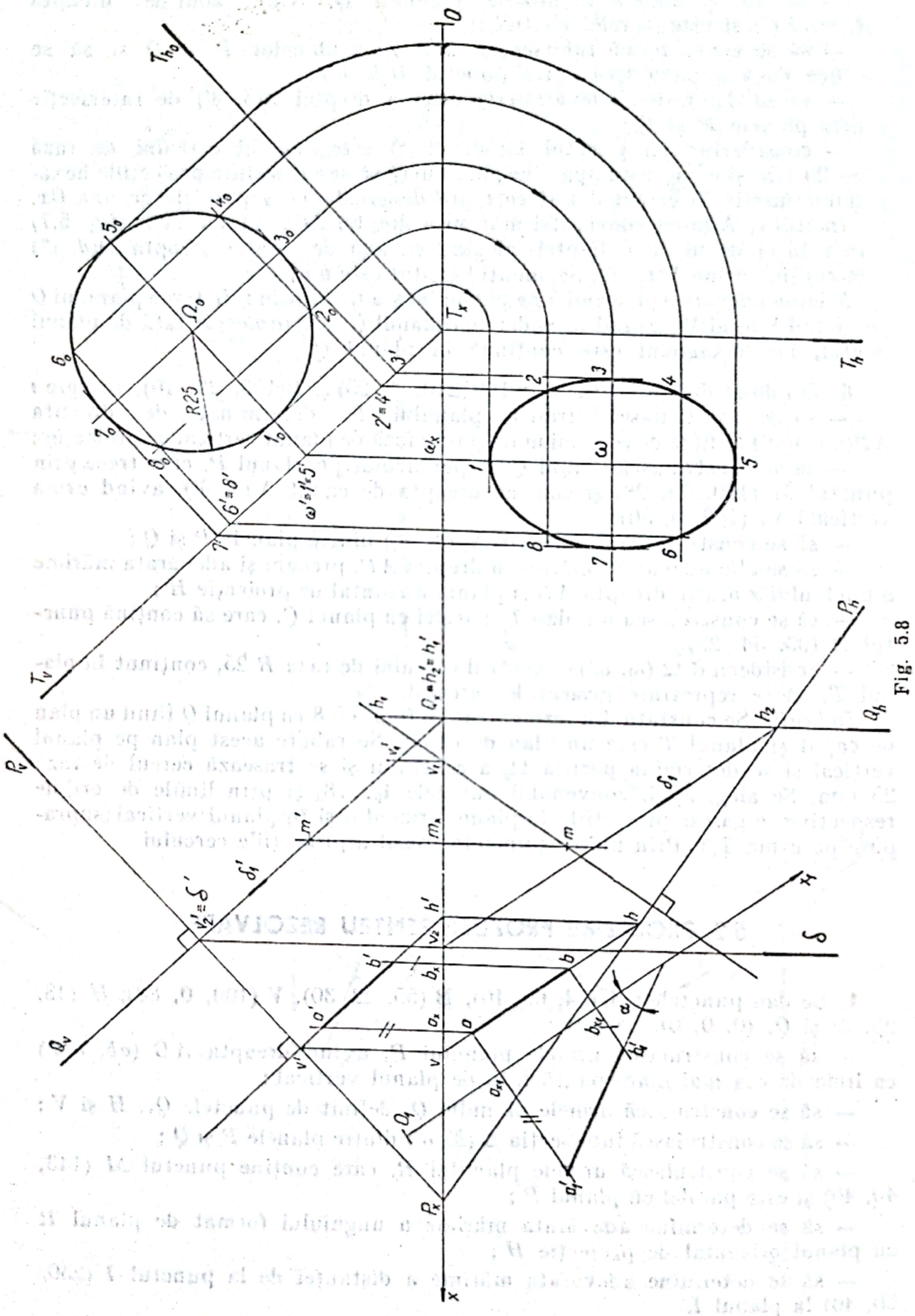
— să se construiască intersecția $\Delta\ (\delta,\ \delta')$ dintre planele P și Q ;

— să se construiască urmele planului R, care conține punctul M (143, 40, 40) și este paralel cu planul P ;

— să se determine adevărata mărime a unghiului format de planul R cu planul orizontal de proiecție H ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul I (230, 50, 40) la planul R.

Scanned with OKEN Scanner



T_{h_0}
T_x
T_h
T_v
Ω_0
R25
ω
ω_x
$\omega' = 1' = 5'$
$6' = 8'$
$2' = 4'$
Q_v
Q_h
P_v
P_h
P_x
Q_1
δ
δ_1
δ_1'
$v_2' = \delta'$
h_1
h_2
h'
h
b
b'
a
a'
a_x
a_{x1}
b_x
b_{x1}
v
v'
v_1
v_2
m
m'
m_x
α
x
x_1

Fig. 5.8

2. Se dau punctele : P_x (111, 0, 0), A (65, 10, 33), B (45, 37, 10), Q_x (5, 0, 0), Q_1 (50, 71, 0) și Q_2 (105, 0, 61). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, definit de punctele A, B și P_x;

— să se construiască urmele planului Q, definit de punctele Q_x, Q_1 și Q_2;

— să se determine intersecția Δ (δ, δ') a planelor P și Q ;

— să se determine proiecțiile cercului de rază $R = 15$ mm, care aparține planului R, paralel cu planul P, cunoscînd poziția rabătută a centrului N_0 (197, 51, 0) în planul orizontal de proiecție și punctul R_x (222, 0, 0).

3. Cunoscînd punctele : A (60, 23, 20), B (50, 7, 60), N (35, 8, 20), V (70, 0, 77) și Q_x (10, 0, 0), se cere :

— să se construiască urmele planului P, avînd dreapta AB (ab, $a'b'$) drept linie de cea mai mare pantă față de planul orizontal de proiecție ;

— să se construiască urmele planelor S și Q, știind că planul S este paralel cu axa Ox și conține dreapta AB (ab, $a'b'$), iar planul Q conține punctele V, N și Q_x ;

— să se afle dreapta Δ (δ, δ') de intersecție dintre planele S și Q ;

— să se construiască urmele planului R, paralel cu planul P, știind că acesta conține punctul C (150, 50, 10) ;

— să se construiască urmele unui plan T, perpendicular pe planul R, știind că trece prin punctele C (c, c') și T_x (110, 0, 0) ;

— să se determine adevărata mărime a segmentului cuprins între urmele dreptei Δ_1 (δ_1, δ_1') de intersecție a planelor R și T.

4. Se dau : dreapta AB (ab, $a'b'$), avînd A (170, 70, 20), B ((205, 18, 65), și dreapta verticală $D(d, d')$, avînd urma H (185, y, 0), concurentă cu dreapta AB (ab, $a'b'$) în punctul E (185, y, z). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, definit de dreapta AB (ab, $a'b'$) și verticala D (d, d') ;

— să se construiască urmele planului R, perpendicular pe planul P, știind că trece prin punctul E de concurență a dreptelor AB (ab, $a'b'$) și verticala $D(d, d')$, precum și prin punctul R_x (95, 0, 0).

— să se construiască urmele planului Q, paralele cu axa Ox, care conține dreapta AB (ab, $a'b'$) ;

— să se construiască planul T, care trece prin axa Ox și este perpendicular pe planul Q ;

— să se construiască dreapta Δ (δ, δ') de intersecție dintre planele Q și T și să se afle adevărata mărime a distanței dintre axa Ox și Δ (δ, δ') ;

— considerînd punctul Ω (55, y, z), ce aparține dreptei Δ (δ, δ') și planului Q, ca fiind centrul cercului de rază $R = 25$, să se reprezinte adevărata mărime și proiecțiile cercului (se va folosi rabaterea pe planul lateral de proiecție).

5. Se dau punctele : A (110, 15, 25), B (35, 30, 70), H (110, 30, 0), V (125, 0, 65), C (90, 25, 30) și Q_x (30, 0, 0). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, definit de punctul A și frontala BH (bh, $b'h'$) ;

— să se construiască urmele planului Q, care trece prin punctele C, V și Q_x, și să se determine dreapta Δ (δ, δ'), de intersecție dintre acest plan și planul P ;

— să se construiască urmele planului R, paralel cu planul P, știind că trece prin punctul M (230, 35, 40) ;

Scanned with OKEN Scanner

— să se determine adevărata mărime a unghiurilor triunghiului MNP (mnp, $m'n'p'$), știind că este cuprins în planul R, dîndu-se coordonatele punctelor N (220, 10, z) și P (200, y, 60) ; se va folosi rabaterea pe planul orizontal de proiecție ;

— să se determine adevărata mărime a unghiului format de planul R cu planul vertical de proiecție.

6. Se dau punctele A (30, 60, 22) ; B (30, 25, 60) ; C (70, 25, 22) ; M (65, 5, 45) ; N (120, 50, 6) ; E (160, 75, 25) ; F (210, 25, z) ; G (180, y, 65) ; K (160, 0, 0). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABC ;

— să se rotească dreapta MN pînă devine conținută de planul P ;

— să se construiască urmele planului Q, care conține punctul E și este paralel cu planul P ;

— să se determine adevărata mărime a triunghiului EFG, conținut de planul Q ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul K la planul Q.

7. Se dau punctele : A (250, 30, 10) ; B (225, 10, 55) ; C (200, 55, 30) ; G (130, 20, 40) ; E (120, 50, 30) ; M (100, 10, 10) ; N (50, 90, 80) ; F (40. 40, 60). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABC ;

— să se determine adevărata mărime a triunghiului ABC ;

— să se construiască urmele planului Q, care conține punctul G și este paralel cu planul P ;

— să se construiască urmele planului R, care conține punctul E și este perpendicular pe dreapta MN ;

— să se rotească punctul F pînă devine conținut de planul R.

8. Se dau punctele : A (80, 10, 35) ; B (100, 60, 10) ; P_x (30, 0, 0) ; G (175, 15, 25) ; E (195, 50, 30) ; M (260, 80, 65) ; N (215, 15, 20). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABP_x ;

— să se construiască proiecțiile pătratului $ABCD$, conținut de planul P și avînd latura dată AB ;

— să se construiască urmele planului Q, care conține punctul G și este paralel cu planul P ;

— să se construiască urmele planului R, care conține punctul E și este perpendicular pe dreapta MN ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul R.

9. Se dau punctele : A (30, 85, 20) ; B (70, 25, 55) ; C (95, 45, 20) ; F (160, 90, 50) ; M (140, 95, 105) ; N (205, 50, 30). Se cere :

— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABC ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul P ;

— să se rotească punctul F pînă devine conținut de planul P ;

— să se construiască urmele planului Q, care conține punctul N și este paralel cu planul P ;

— să se construiască proiecțiile cercului conținut de planul Q, avînd centrul în punctul N și raza $R = 30$ mm.

Scanned with OKEN Scanner

10. Se dau punctele : A (240, 15, 40) ; B (210, 50, 10) ; P_x (30, 0, 0) ; E (130, 15, 40) ; F (120, 50, 20) ; G (90, 10, 50) ; I (60, 20, 10) ; M (50, 80, 80). Se cere :

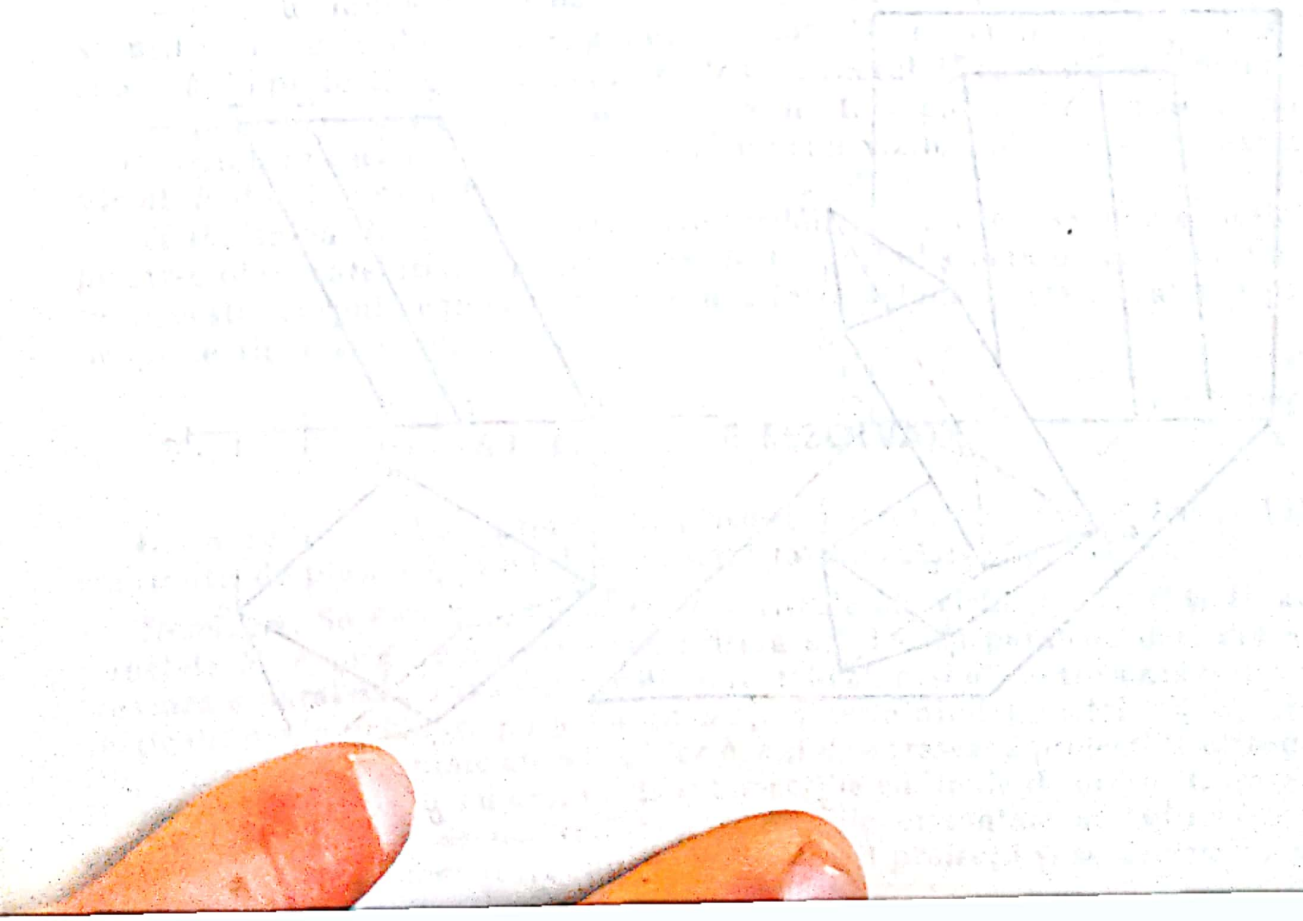
— să se construiască urmele planului P, determinat de punctele ABP_x ;

— să se construiască proiecțiile triunghiului echilateral ABC, conținut de planul P și avînd latura dată AB ;

— să se construiască urmele planului Q, care conține punctul E și este paralel cu planul P ;

— să se construiască urmele planului R, determinat de punctele FGI ;

— să se determine adevărata mărime a distanței de la punctul M la planul R.



Scanned with OKEN Scanner

6

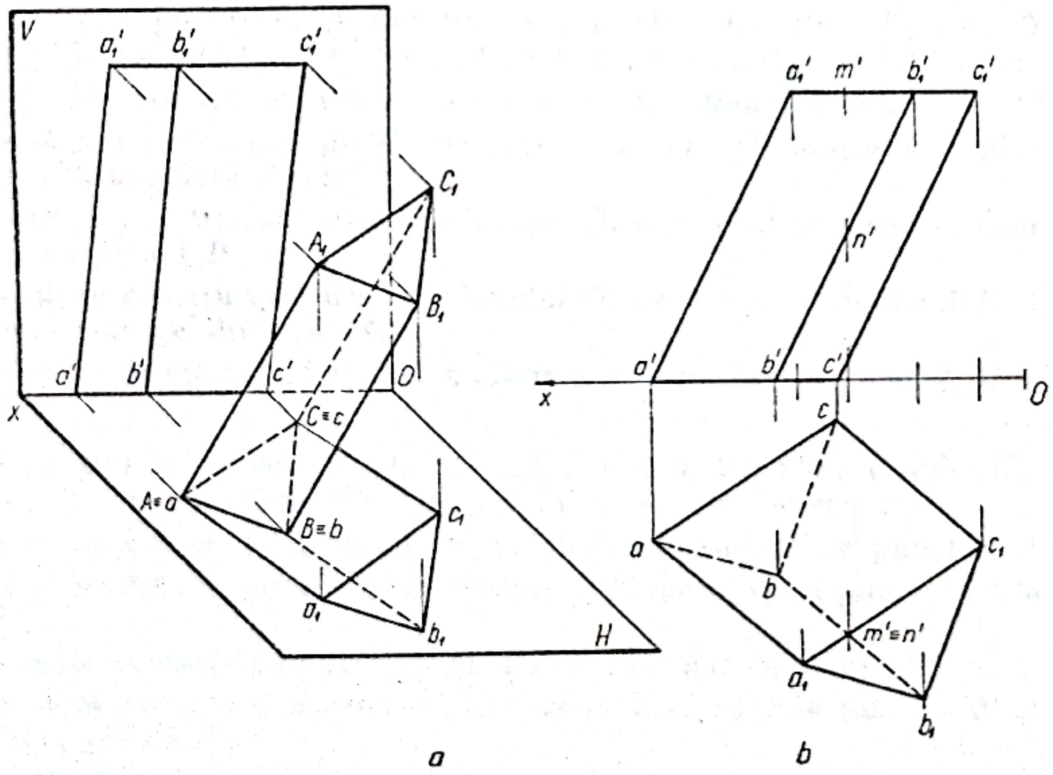
REPREZENTAREA CORPURILOR GEOMETRICE

Reprezentarea corpurilor geometrice se realizează, în general, prin proiectarea elementelor caracteristice. Pentru reprezentarea unui poliedru, se proiectează, în general, vîrfurile, muchiile şi feţele care delimitează poliedrul respectiv (fig. 6.1).

Aşa, de exemplu, în figura 6.1 se consideră prisma triunghiulară avînd baza ABC, situată în planul orizontal, şi baza $A_1B_1C_1$. Se proiectează vîrfurile prismei pe cele două plane de proiecţie şi prin unirea proiecţiilor de acelaşi nume ale vîrfurilor se obţin proiecţiile prismei.

Reprezentarea unui con circular oblic (fig. 6.2) se realizează prin proiectarea unor generatoare caracteristice, de exemplu generatoarele SA, SB, SC şi SD, precum şi celelalte elemente ca vîrful S, circumferinţa de bază etc.

Se observă că fiecare proiecţie conţine o serie de linii exterioare fiecărei figuri, care alcătuiesc *conturul aparent* al proiecţiei respective. Poligonul $acc_1b_1a_1a$ din figura 6.1, *b* se numeşte *conturul aparent orizontal*, iar poligonul $a'a_1'c_1'c'a'$, *conturul aparent vertical*. Linia mixtă *scads* din figura 6.2, *b* se numeşte *conturul aparent orizontal al conului*.



a b

Fig. 6.1

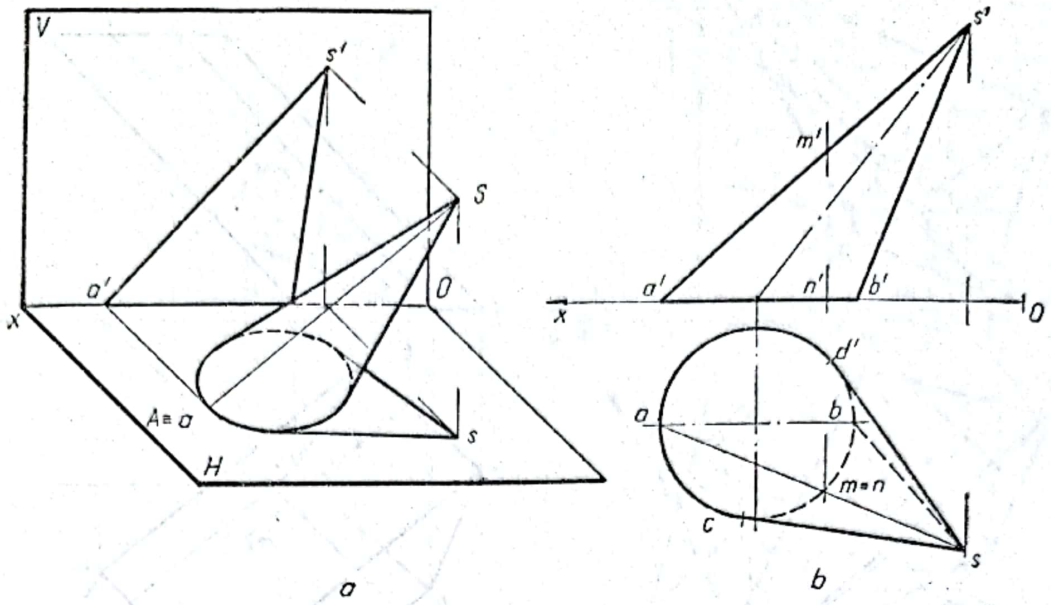


Fig. 6.2

Dacă se consideră corpurile geometrice ca fiind netransparente, atunci, în fiecare proiecție, o serie de elemente vor fi vizibile și se trasează cu linie continuă groasă, iar altele vor fi acoperite și se trasează cu linie întreruptă subțire.

Determinarea vizibilității pentru fiecare proiecție se realizează, în general, folosind următoarele reguli :

— conturul aparent al ficcărei proiecții este întotdeauna vizibil și separă partea vizibilă de partea invizibilă ;

— pentru muchiile (generatoarele) din interiorul conturului aparent, se utilizează metoda cotelor și depărtărilor. De exemplu, în figurile 6.1, *b* și 6.2, *b*, în proiecția orizontală, este vizibil punctul M care are cota mai mare ;

— pentru poliedre, dacă un vîrf care nu face parte din conturul aparent este vizibil, atunci îi corespund numai muchii vizibile și invers ; de exemplu, vîrful *b* din figura 6.1, *b*.

Vizibilitatea în reprezentarea corpurilor geometrice se poate stabili și printr-o observare atentă a fiecărei proiecții, ținînd seama de direcția din care se privește, corpul geometric fiind situat între ochiul observatorului și planul de proiecție respectiv.

- abaisa - cota
departarea

6.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se determine proiecțiile prismei patrulatere, avînd baza $ABCD$ conținută de planul orizontal, fiind dată muchia AA_1 (fig. 6.3, *a*).

Rezolvare. Se determină proiecțiile verticale ale vîrfurilor B, C și D, adică punctele b', c' și d'. Prin definiție, prisma are bazele paralele, deci din a_1' se trasează o paralelă cu axa Ox, iar din punctele b', c' și d', se trasează proiecțiile verticale ale muchiilor, paralele cu $a'a_1'$, determinînd punctele b_1', c_1' și d_1'. Din proiecțiile orizontale ale vîrfurilor b, c și d se trasează proiecțiile orizontale ale muchiilor, paralele cu aa_1, iar la intersecțiile cu liniile de ordine trasate din proiecțiile verticale, se determină și proiecțiile orizontale ale vîrfurilor B_1, C_1 și D_1. Se trasează conturul aparent al fiecărei proiecții și se determină apoi vizibilitatea celorlalte elemente (fig. 6.3, *b*).

Scanned with OKEN Scanner

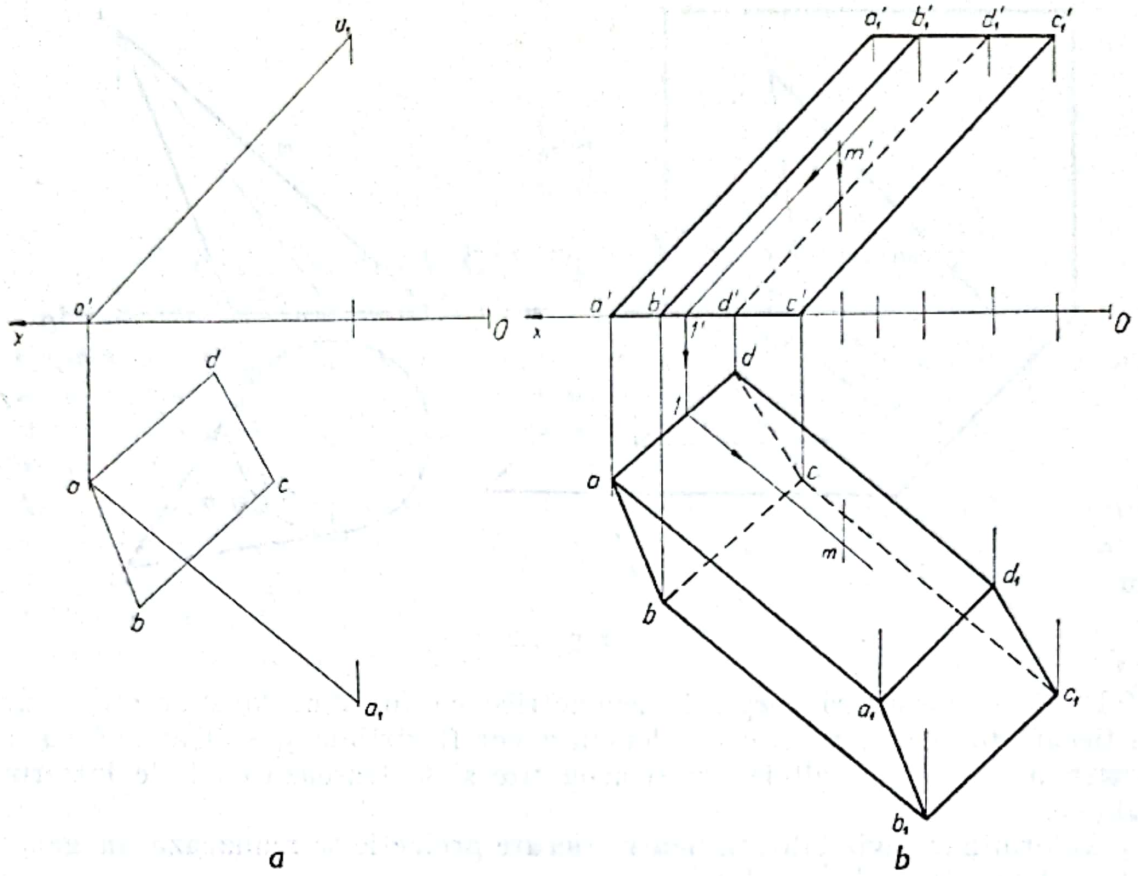


Fig. 6.3

Pentru a determina proiecția orizontală a unui punct M, situat, de exemplu, pe fața ADD_1A_1, fiind cunoscută proiecția verticală m', se consideră o dreaptă care trece prin punct și este paralelă cu muchiile prismei. Utilizînd punctul $l'l$, rezultat din intersecția paralelei cu latura bazei AD, se determină proiecția orizontală a dreptei, respectiv proiecția orizontală m a punctului.

2. Să se construiască proiecțiile unei piramide drepte, avînd baza un triunghi echilateral ABC, conținut de planul P, fiind date latura AB și înălțimea h (fig. 6.4, *a*).

Rezolvare. Se determină proiecția orizontală ab a laturii, utilizînd dreapta HV a planului, care conține muchia AB (fig. 6.4, *b*). Se rabate planul P și se determină adevărata mărime a laturii A_0B_0. Se construiește triunghiul echilateral $A_0B_0C_0$ și se determină proiecțiile c și c' ale vîrfului C, respectiv proiecțiile o și o' ale centrului O. Din punctele o și o', se trasează direcția înălțimii, perpendiculară pe plan, avînd proiecțiile perpendiculare pe urmele de același nume ale planului. Utilizînd un punct oarecare M (m, m'), situat pe înălțime, prin rotație se determină adevărata mărime a dreptei, pe care se măsoară din o' înălțimea h, obținînd punctul s_1'. Se revine din rotație și se determină proiecțiile vîrfului S (s, s'). Se unesc proiecțiile de același nume ale vîrfurilor, obținînd astfel proiecțiile piramidei. Folosind metodele prezentate anterior, se determină vizibilitatea piramidei.

3. Să se construiască proiecțiile unui cub, avînd una dintre fețe $ABCD$ conținută de planul P, fiind dată muchia AB (fig. 6.5, *a*).

Rezolvare. Se determină proiecția verticală $a'b'$, utilizînd dreapta HV, conținută de plan, pe care este situată latura AB (fig. 6.5, *b*). Se rabate planul P

Scanned with OKEN Scanner

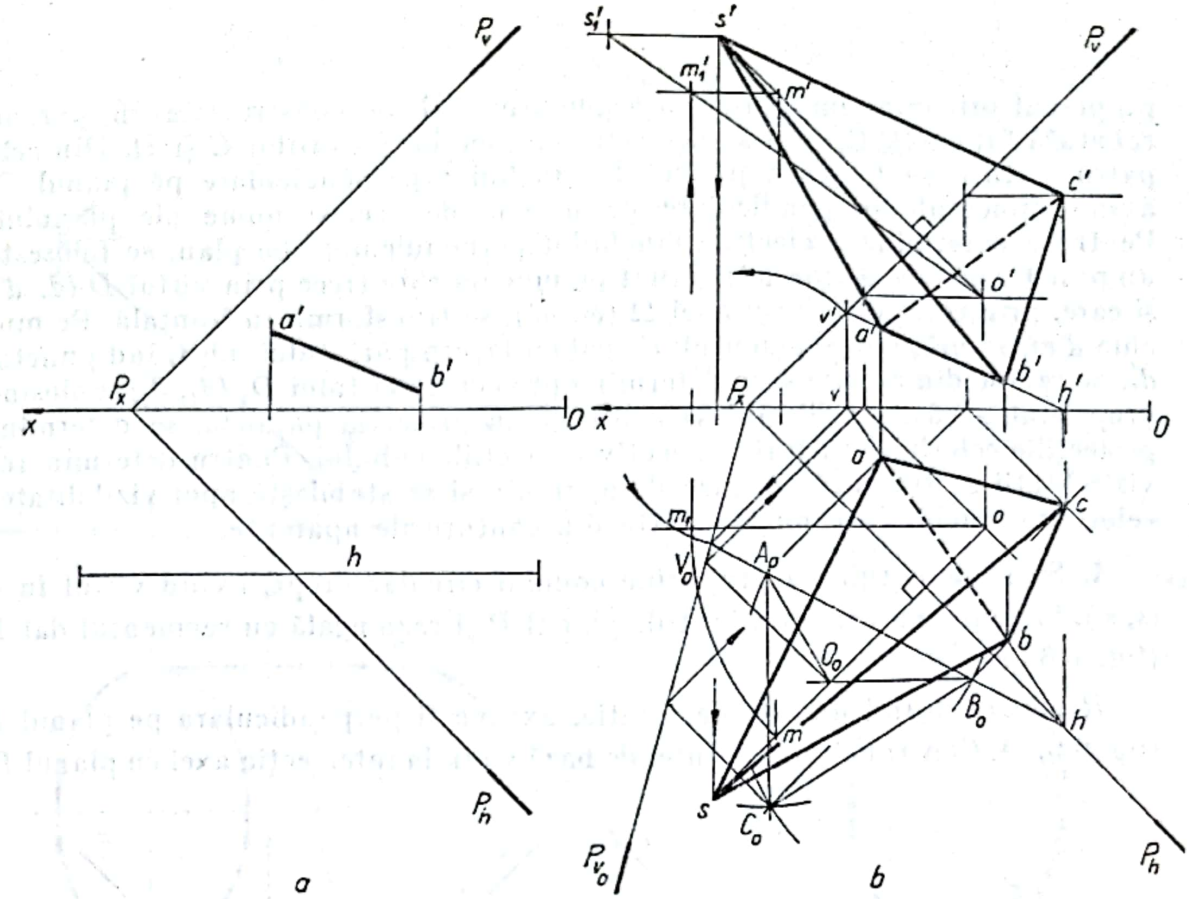


Fig. 6.4

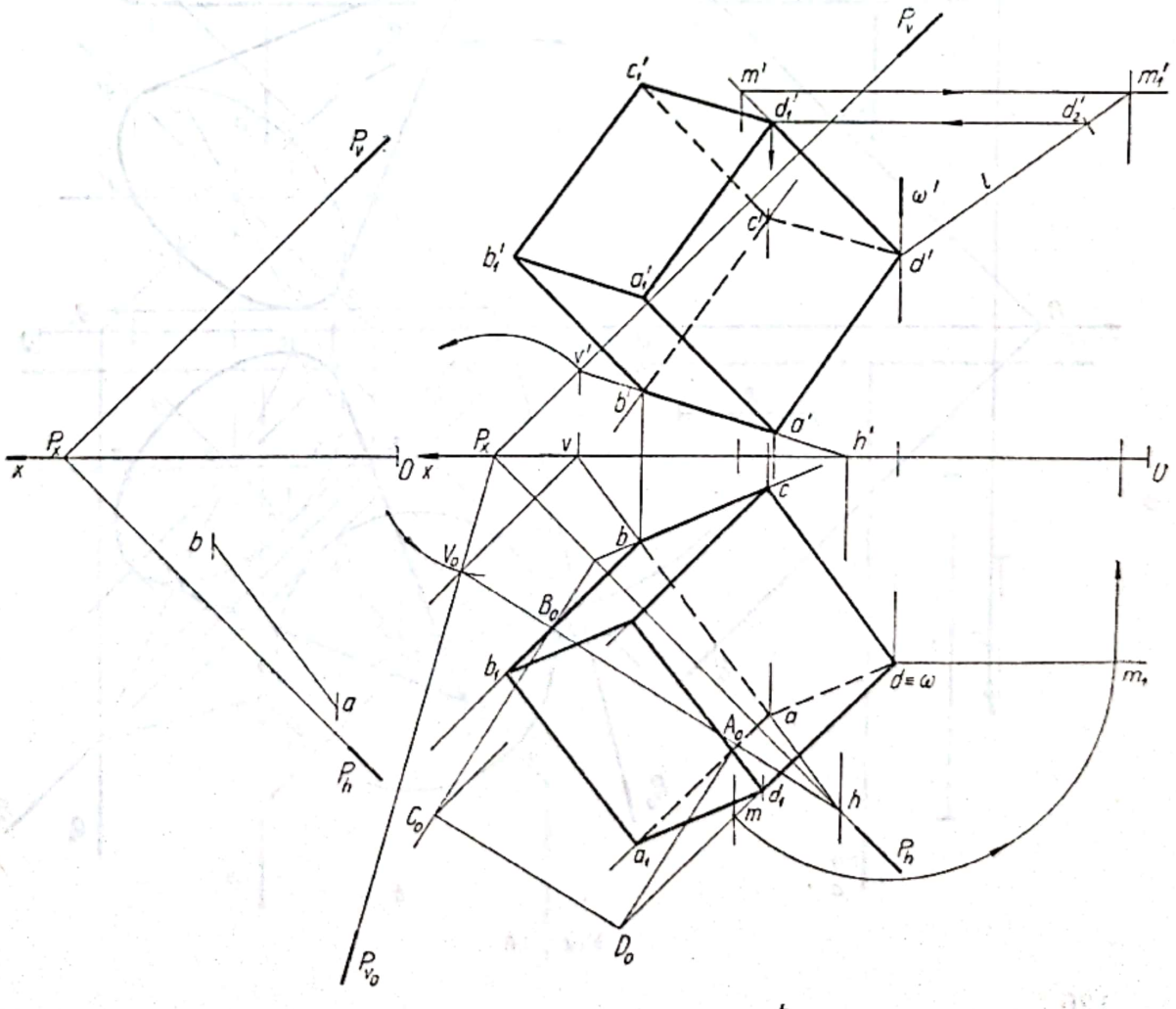


Fig. 6.5

Scanned with OKEN Scanner

pe planul orizontal împreună cu segmentul AB. Se construieşte în poziţie rabătută faţa $A_0B_0C_0D_0$ şi se determină proiecţiile vîrfurilor C şi D. Din cele patru vîrfuri, se trasează proiecţiile muchiilor perpendiculare pe planul P, avînd proiecţiile perpendiculare pe urmele de acelaşi nume ale planului. Pentru a determina proiecţiile muchiilor perpendiculare pe plan, se foloseşte un punct oarecare M (m, m'), situat pe muchia care trece prin vîrful D (d, d') şi care, prin rotaţie în jurul axei Ω (ω, ω'), se transformă în frontală. Pe muchia $d'm'_1$ se măsoară segmentul l, egal cu latura pătratului, obţinînd punctul d'_2. Se revine din rotaţie şi se determină proiecţiile vîrfului D_1 (d_1, d'_1). Folosind proprietatea că paralelismul se conservă în proiecţia paralelă, se determină proiecţiile celorlalte vîrfuri, respectiv proiecţiile cubului. Pentru determinarea vizibilităţii se trasează contururile aparente şi se stabileşte apoi vizibilitatea celorlalte muchii care nu fac parte din contururile aparente.

4. Să se construiască proiecţiile conului circular drept, avînd vîrful în S (s, s'), iar baza un cerc conţinut de planul P şi raza egală cu segmentul dat R (fig. 6.6, *a*).

Rezolvare. Fiind un con de rotaţie, axa va fi perpendiculară pe planul P (fig. 6.6, *b*). Centrul circumferinţei de bază va fi la intersecţia axei cu planul P.

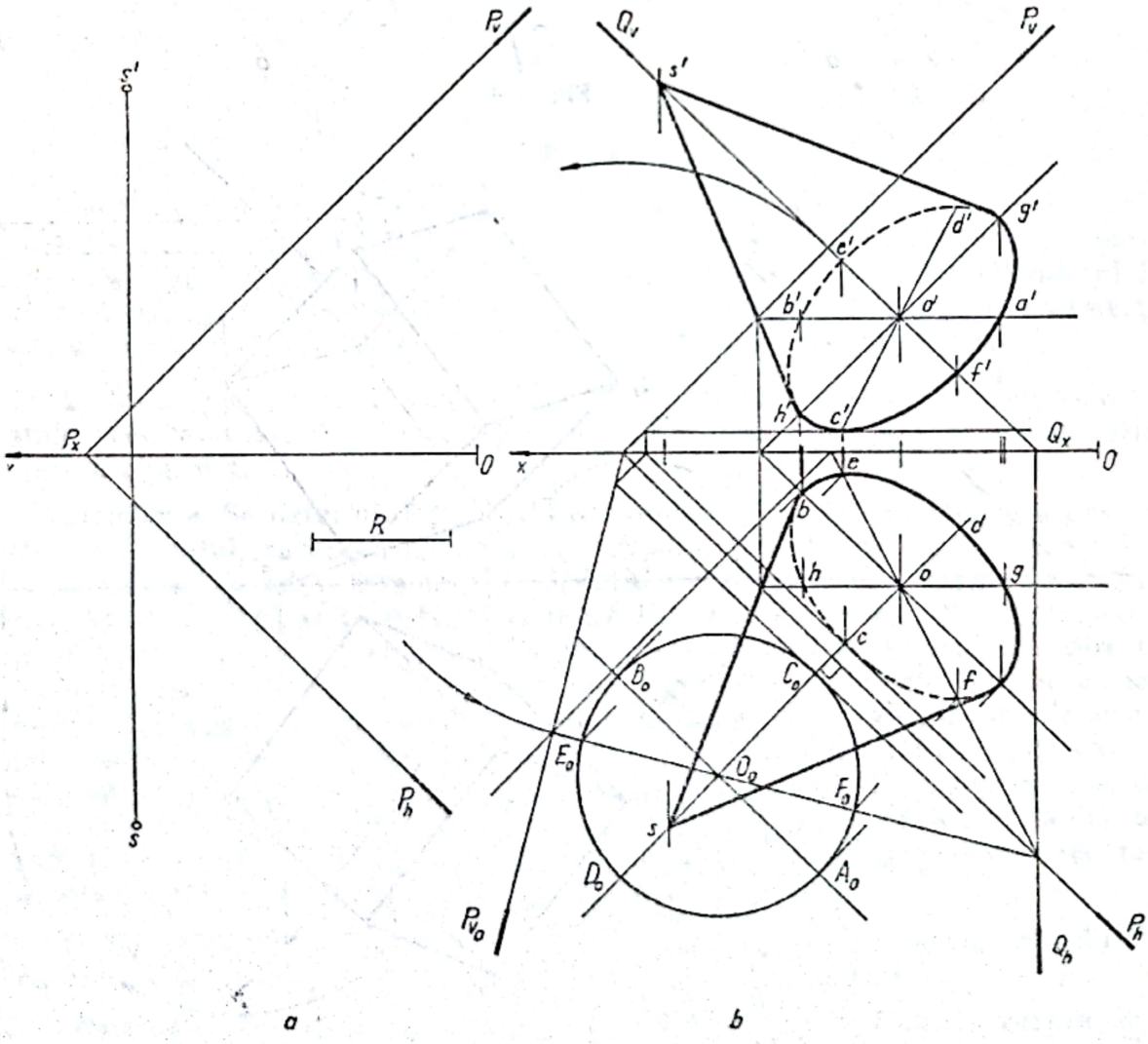


Fig. 6.6

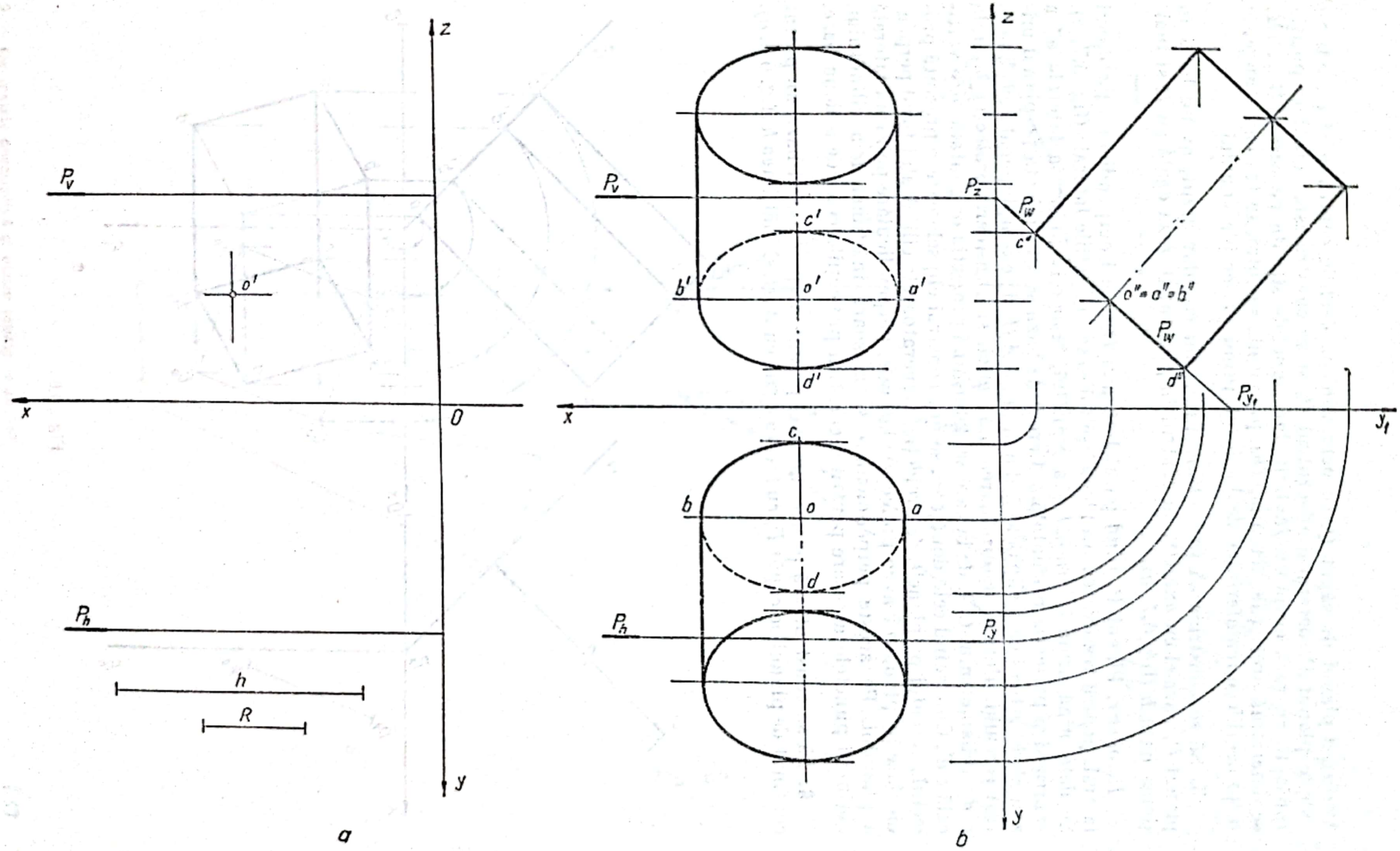


Fig. 6.7

Scanned with OKEN Scanner

Utilizînd planul de capăt Q, se determină proiecțiile centrului O (o, o'). Se rabate planul P, determinînd centrul O_0 și se construiește cercul în poziție rabătută cu raza egală cu R. Utilizînd punctele situate pe cerc $AB...GH$, se determină proiecțiile cercului. Din proiecțiile vîrfului, se trasează tangente la proiecțiile circumferinței de bază, obținînd proiecțiile conului.

5. Să se construiască proiecțiile cilindrului circular drept, avînd baza în planul P, paralel cu axa Ox, cu centrul în punctul O, raza egală cu R și înălțimea dată h (fig. 6.7, *a*).

Rezolvare. Planul P, fiind paralel cu axa Ox, deci perpendicular pe planul lateral, pentru rezolvarea problemei se folosesc proiecțiile laterale (fig. 6.7, *b*). Se determină urma laterală P_W a planului, respectiv proiecția laterală o'' a centrului și proiecția orizontală o. Cercul de bază se va proiecta pe planul orizontal și vertical ca o elipsă avînd axa mare AB, de exemplu, egală cu diametrul cercului. Pentru determinarea axei mici, se consideră proiecția laterală $c''d''$ a diametrului CD, de la care se determină proiecția orizontală cd și verticală $c'd'$. Cunoscînd cele două axe, se pot construi elipsele care reprezintă proiecțiile cercului pe planele de proiecție. Generatoarele cilindrului fiind perpendiculare pe plan, vor avea proiecțiile laterale, perpendiculare pe urma laterală a planului. Pe aceste perpendiculare se măsoară înălțimea h a cilindrului, obținînd punctele necesare pentru a construi proiecțiile celei de-a doua baze.

6. Să se construiască proiecțiile unei prisme drepte, avînd baza un pătrat conținut de planul de capăt P, cu latura egală cu A_0B_0 și înălțimea h (fig. 6.8, *a*).

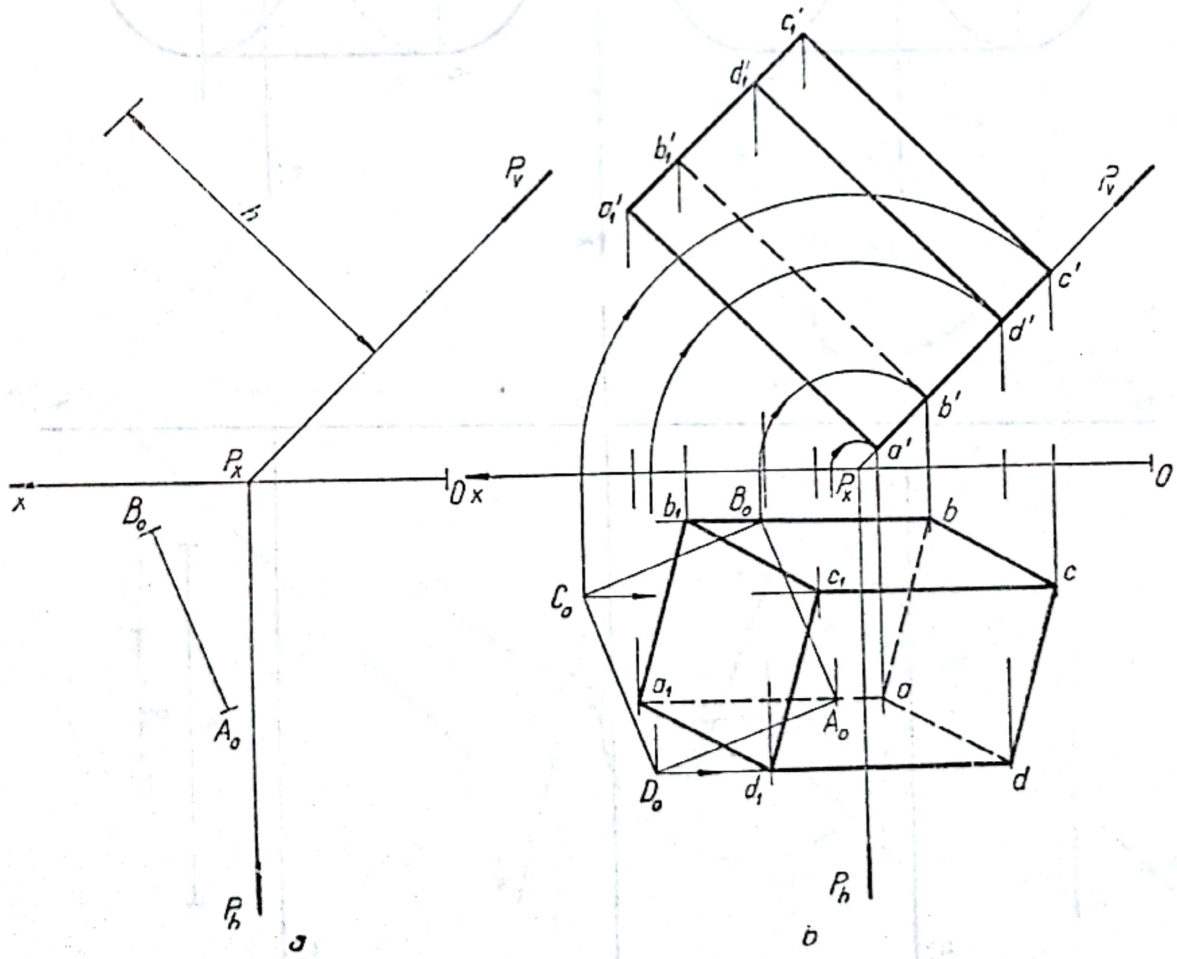


Fig. 6.8

Scanned with OKEN Scanner

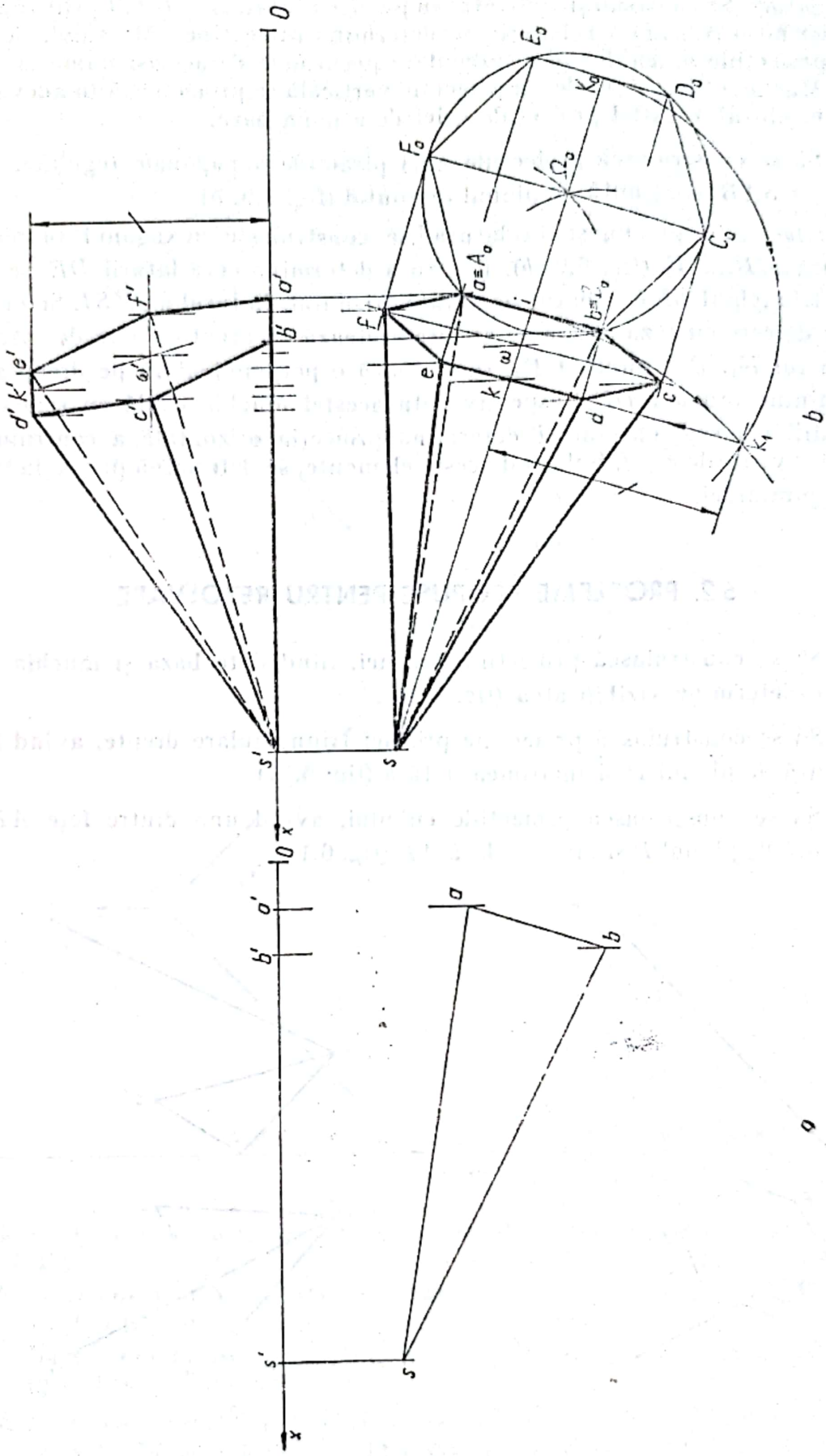


Fig. 6.9

Rezolvare. Se construieşte pătratul în poziţie rabătută $A_0B_0C_0D_0$ (fig. 6.8, *b*) Considerînd o ridicare a rabaterii, se determină proiecţiile pătratului. Se trasează proiecţiile muchiilor perpendiculare pe urmele de acelaşi nume ale planului. Muchiile fiind frontale, în proiecţie verticală se proiectează în adevărată mărime, obţinînd astfel proiecţiile celei de-a doua baze.

7. Să se construiască proiecţiile unei piramide hexagonale regulate, fiind dată faţa SAB, conţinută de planul orizontal (fig. 6.9, *a*).

Rezolvare. Fiind cunoscută latura, se construieşte hexagonul în poziţie rabătută $A_0B_0 \ldots F_0$ (fig. 6.9, *b*). Pentru a determina cota laturii DE, se consideră triunghiul SKI, rabătut pe planul orizontal, în jurul axei SI. Se descrie un arc de cerc cu raza iK_0, care se intersectează cu arcul de cerc de rază Si, în punctul K_1. Din punctul K_1, se trasează o perpendiculară pe dreapta Si, determinînd muchia DE, respectiv cota acestei muchii, egală cu segmentul K_1k. Mijlocul segmentului ki determină proiecţia orizontală a centrului ω, respectiv vîrfurile *c* şi *f*. Folosind aceste elemente, se determină proiecţia verticală a piramidei.

6.2. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască proiecţiile prismei, fiind date baza şi muchia AA_1 şi să se determine vizibilitatea (fig. 6.10).

2. Să se construiască proiecţiile prismei triunghiulare drepte, avînd baza conţinută de planul P şi înălţimea dată h (fig. 6.11).

3. Să se construiască proiecţiile cubului, avînd una dintre feţe $ABCD$ conţinută de planul P şi muchia dată AB (fig. 6.12).

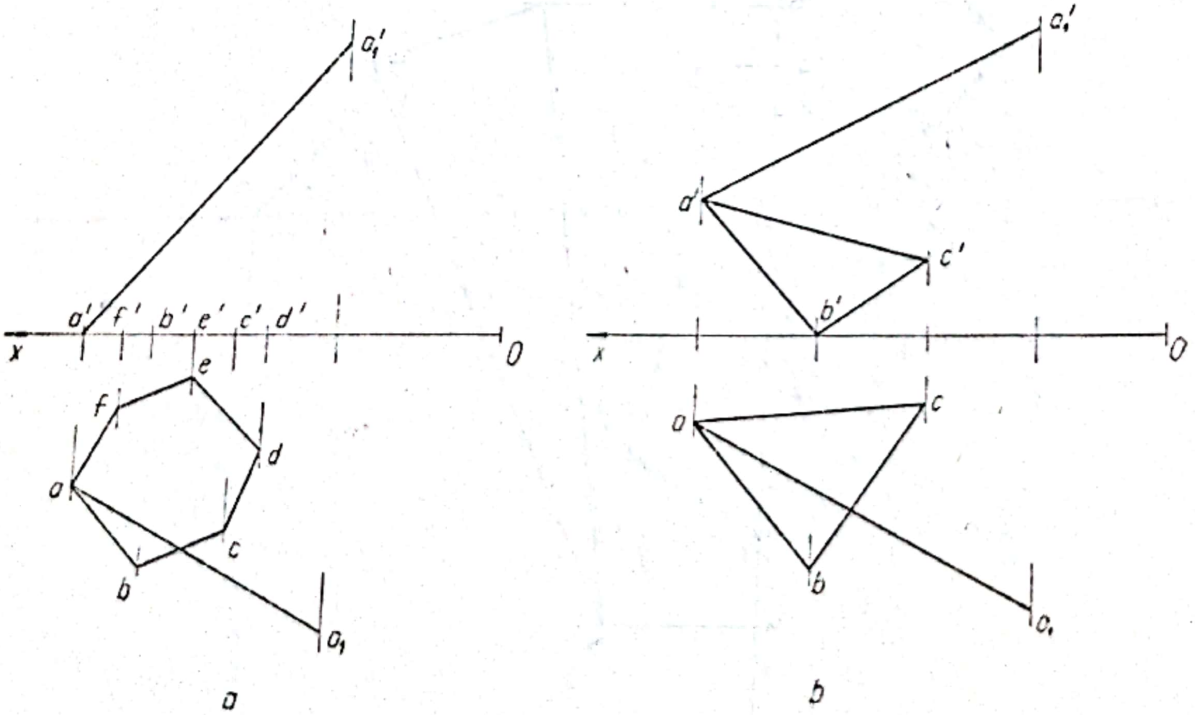


Fig. 6.10

Scanned with OKEN Scanner

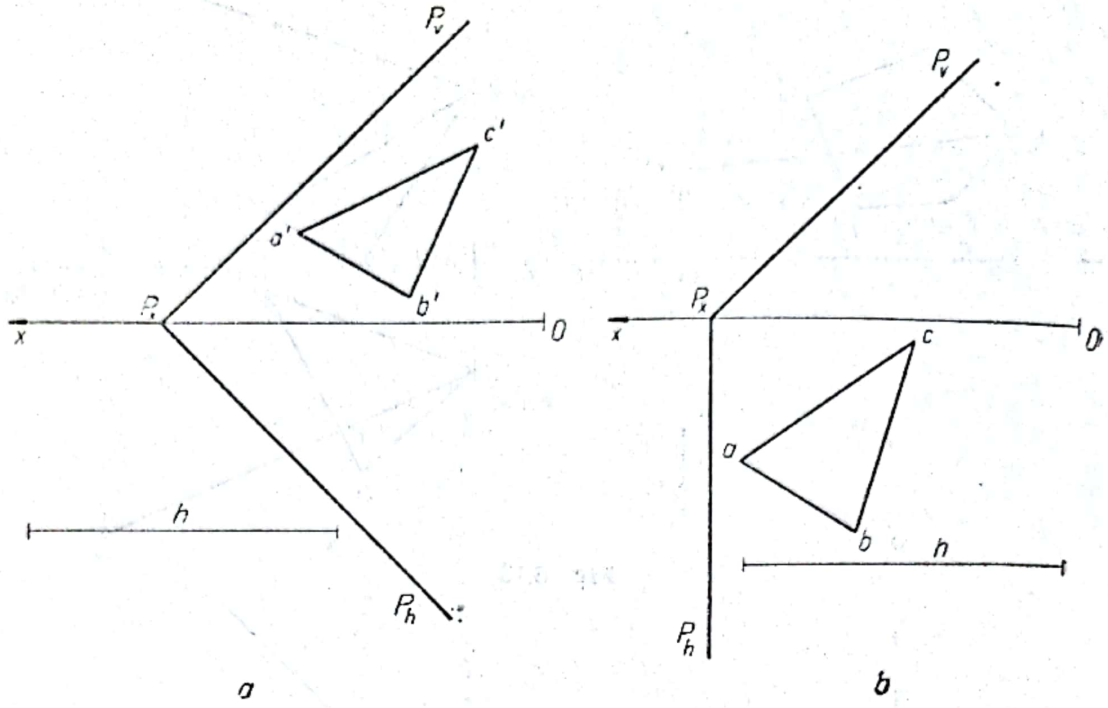


Fig. 6.11

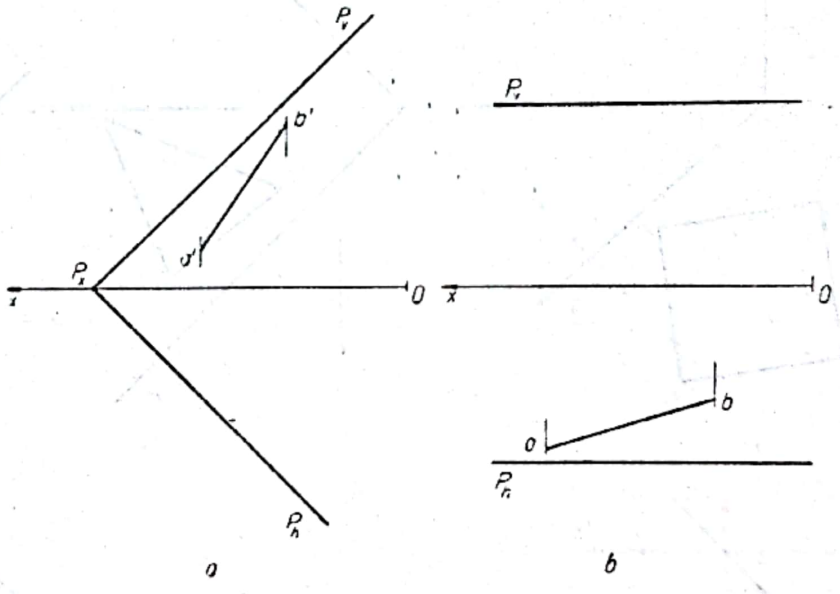


Fig. 6.12

4. Să se construiască proiecţiile piramidei, fiind date baza şi vîrful S (fig. 6.13).

5. Să se construiască proiecţiile piramidei, avînd baza conţinută de planul P şi vîrful S (fig. 6.14).

6. Să se construiască proiecţiile tetraedrului regulat, avînd muchia dată AB (fig. 6.15).

7. Să se construiască proiecţiile cilindrului circular oblic, fiind dată generatoarea AA_1. Să se reprezinte proiecţiile punctului M, situat pe suprafaţa cilindrului (fig. 6.16).

Scanned with OKEN Scanner

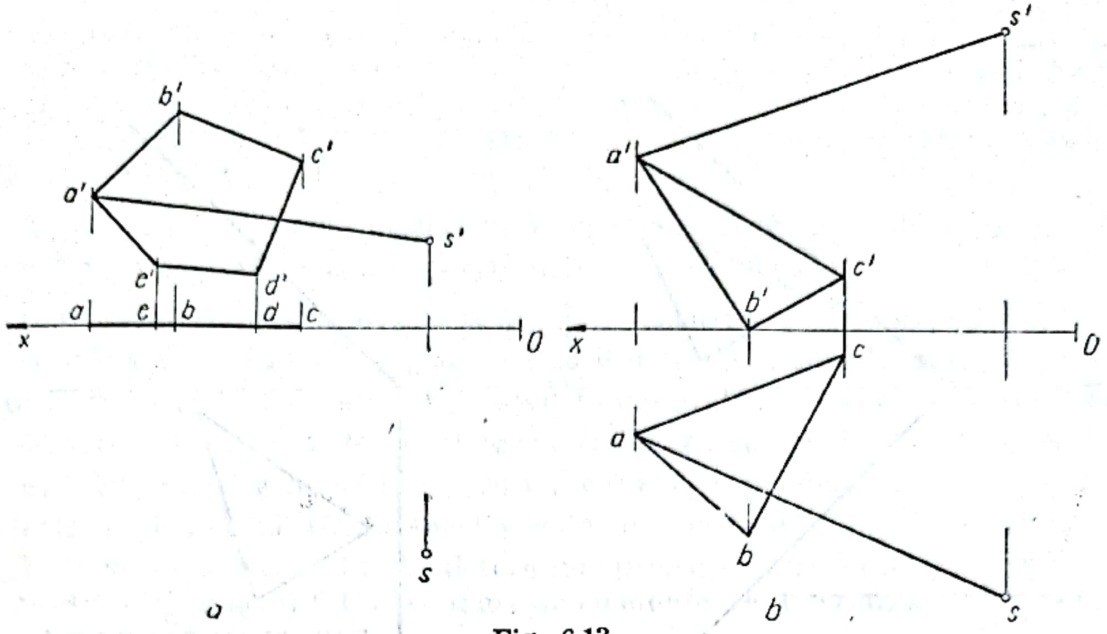


Fig. 6.13

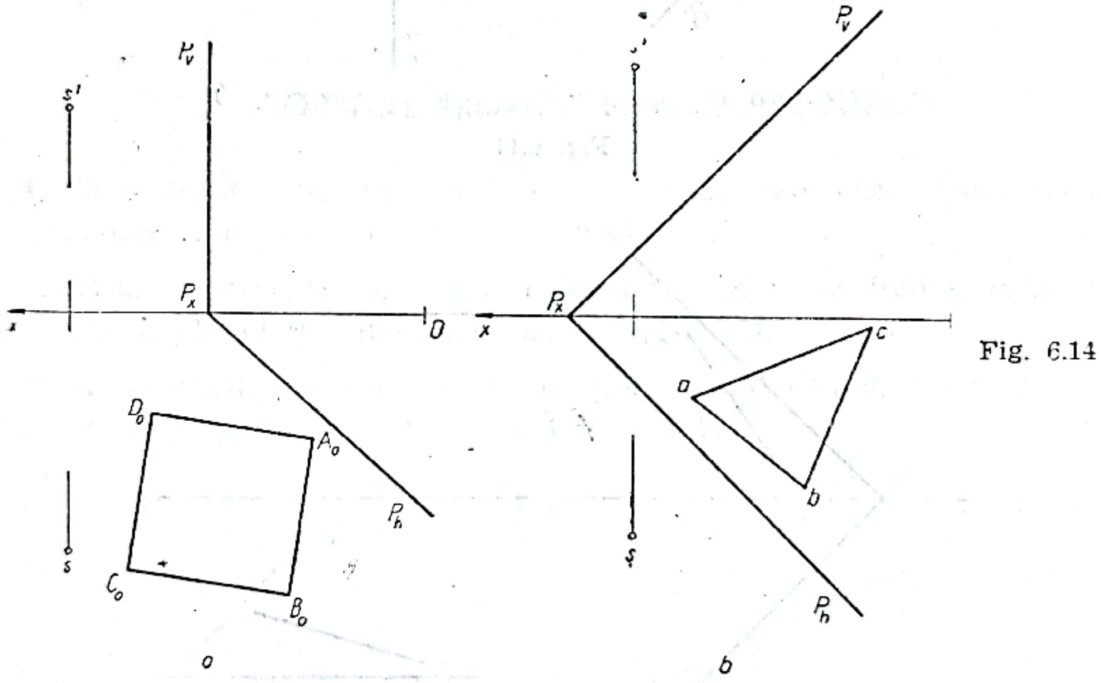


Fig. 6.14

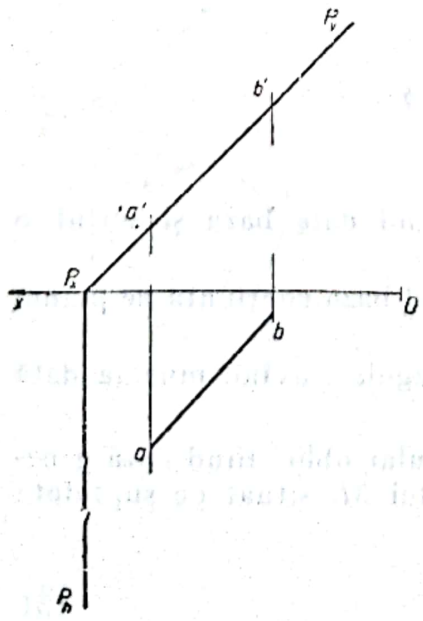


Fig. 6.15

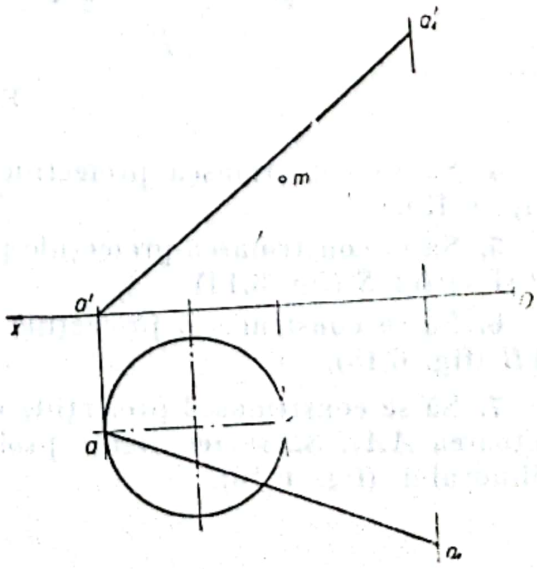


Fig. 6.16

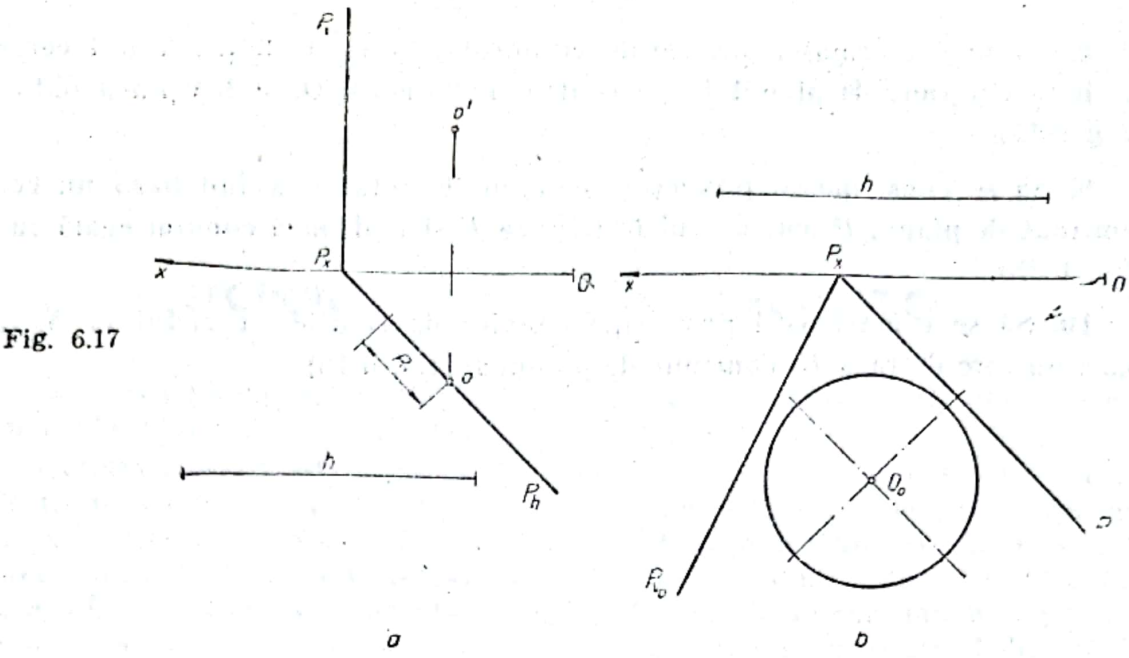


Fig. 6.17

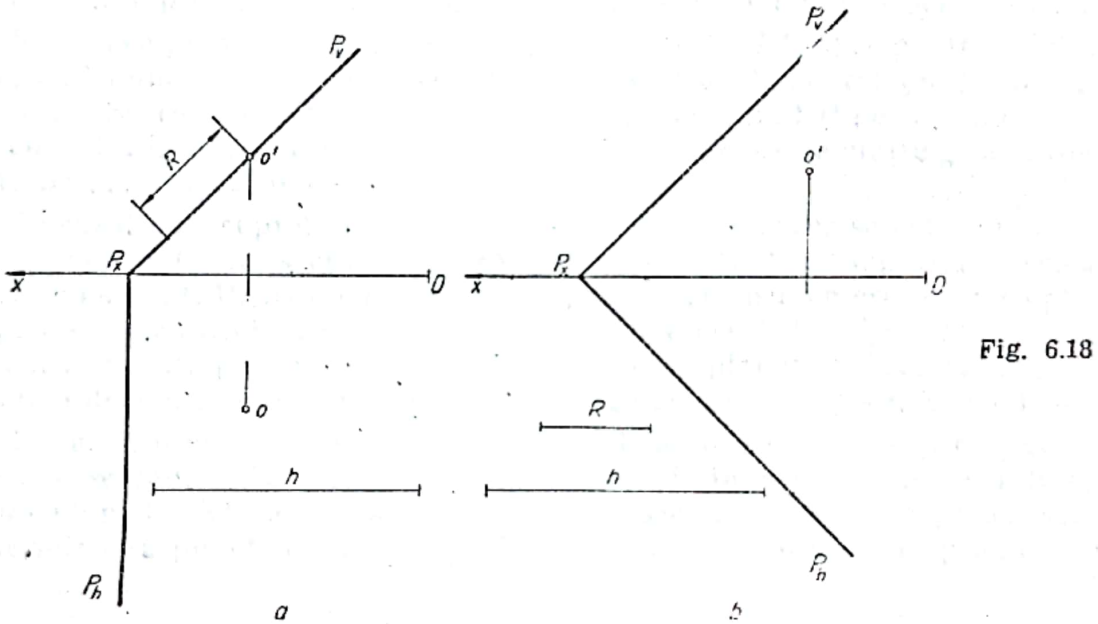


Fig. 6.18

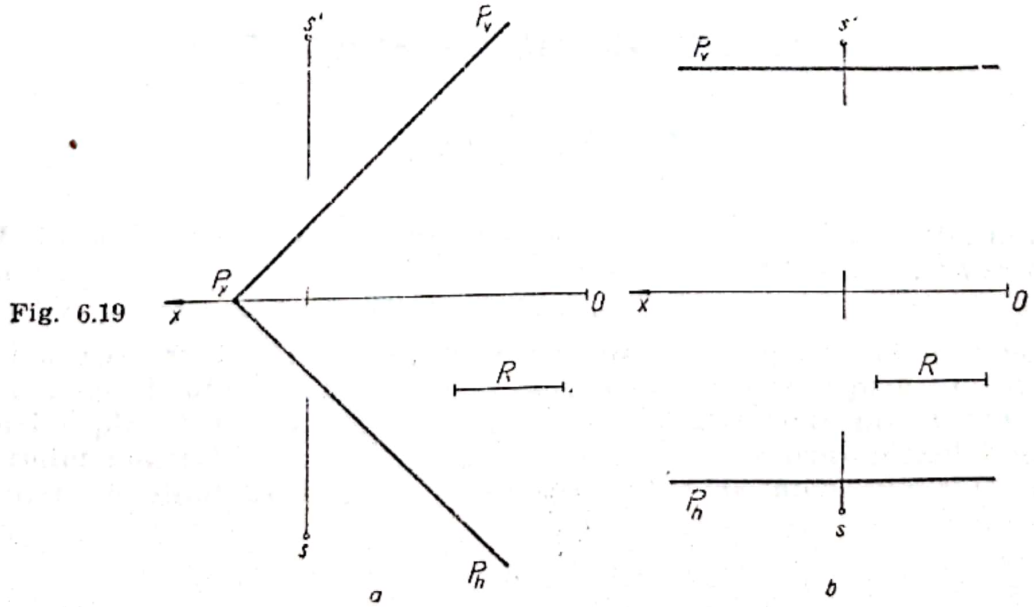


Fig. 6.19

8. Să se construiască proiecţiile cilindrului circular drept, avînd cercul de bază conţinut de planul P, cu centrul în punctul O, şi înălţimea dată h (fig. 6.17).

9. Să se construiască proiecţiile conului de rotaţie, avînd baza un cerc conţinut de planul P, cu centrul în O, raza R şi înălţimea conului egală cu h (fig. 6.18).

10. Să se construiască proiecţiile conului de rotaţie cu vîrful în S, iar baza un cerc de rază R, conţinut de planul P (fig. 6.19).

Scanned with OKEN Scanner

7

SECȚIONAREA CORPURILOR GEOMETRICE

Secțiunea plană într-un corp geometric este determinată de punctele comune planului secant cu suprafața corpului geometric.

Secțiunea plană într-un poliedru (fig. 7.1, *a*) este un poligon, care are ca vîrfuri punctele de intersecție dintre muchiile poliedrului și planul secant, iar ca laturi, dreptele de intersecție dintre fețele poliedrului și planul de secțiune. Rezultă, deci, că secțiunea determinată de planul P prin prisma avînd baza ABC se obține stabilind fie punctele A_1, B_1, C_1, în care muchiile prismei se intersectează cu planul P, fie prin determinarea laturilor A_1B_1, B_1C_1, C_1A_1, care reprezintă dreptele de intersecție dintre fețele prismei și planul P.

Secțiunea plană pe o suprafață curbă riglată (fig. 7.1, *b*) se poate determina stabilind punctele de intersecție dintre generatoarele suprafeței și planul de secțiune. Secțiunea $A_1B_1C_1D_1E_1$, determinată de planul P pe suprafața conului cu vîrful în S, se obține stabilind punctele de intersecție dintre generatoarele SA, $SB \ldots SE$, cu planul P.

În cazul unei suprafețe de rotație (fig. 2.1, *c*), secțiunea se determină stabilind punctele de intersecție dintre diferite cercuri situate pe suprafața de rotație și planul secant. Pentru a obține, de exemplu, secțiunea determinată de planul P prin sfera cu centrul în Ω, se determină punctele A_1B_1, C_1F_1, D_1E_1, în care cercurile situate pe suprafața sferei intersectează planul P. Această metodă se poate aplica și în cazul suprafețelor curbe de genul celor din figura 7.1, *b*.

Rezultă, deci, că problema secțiunilor plane prin suprafețe și corpuri geometrice se reduce la determinarea punctelor de intersecție dintre o dreaptă și un plan, la determinarea dreptei de intersecția dintre două plane, sau la determinarea punctelor de intersecție dintre o curbă plană (în general, cerc) și un plan.

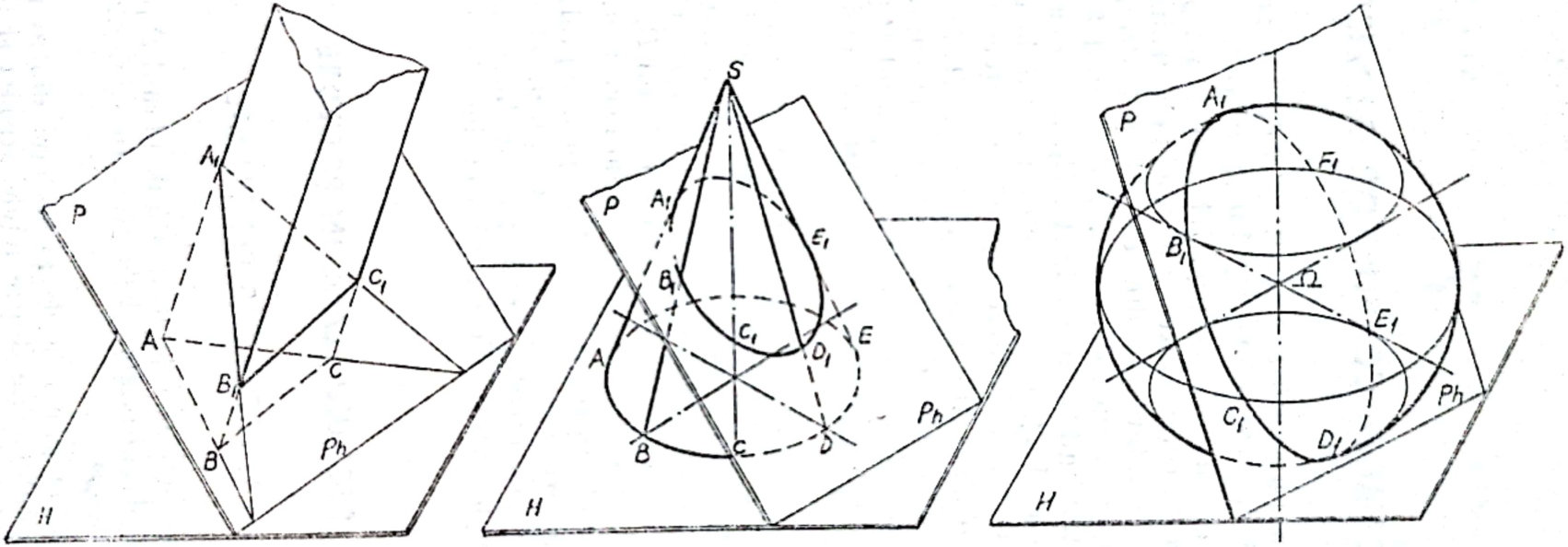
7.1. SECȚIUNI PLANE ÎN POLIEDRE

7.1.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască secțiunea determinată de planul P prin prisma avînd baza $ABCD$ situată în planul orizontal de proiecție (fig. 7.2, *a*). Să se determine vizibilitatea prismei.

Rezolvare. Se determină punctele de intersecție dintre muchiile prismei și plan, sau dreptele de intersecție dintre fețele prismei și plan (fig. 7.2, *b*). Utilizînd planul de capăt Q, care conține muchia ce trece prin vîrful A, se determină punctul A_1 (a_1, a_1'), în care muchia A intersectează planul. Folosind proprietățile afinității, se prelungește latura ab, pînă intersectează urma ori-

Scanned with OKEN Scanner



a. b. c.

Fig. 7.1

Scanned with OKEN Scanner

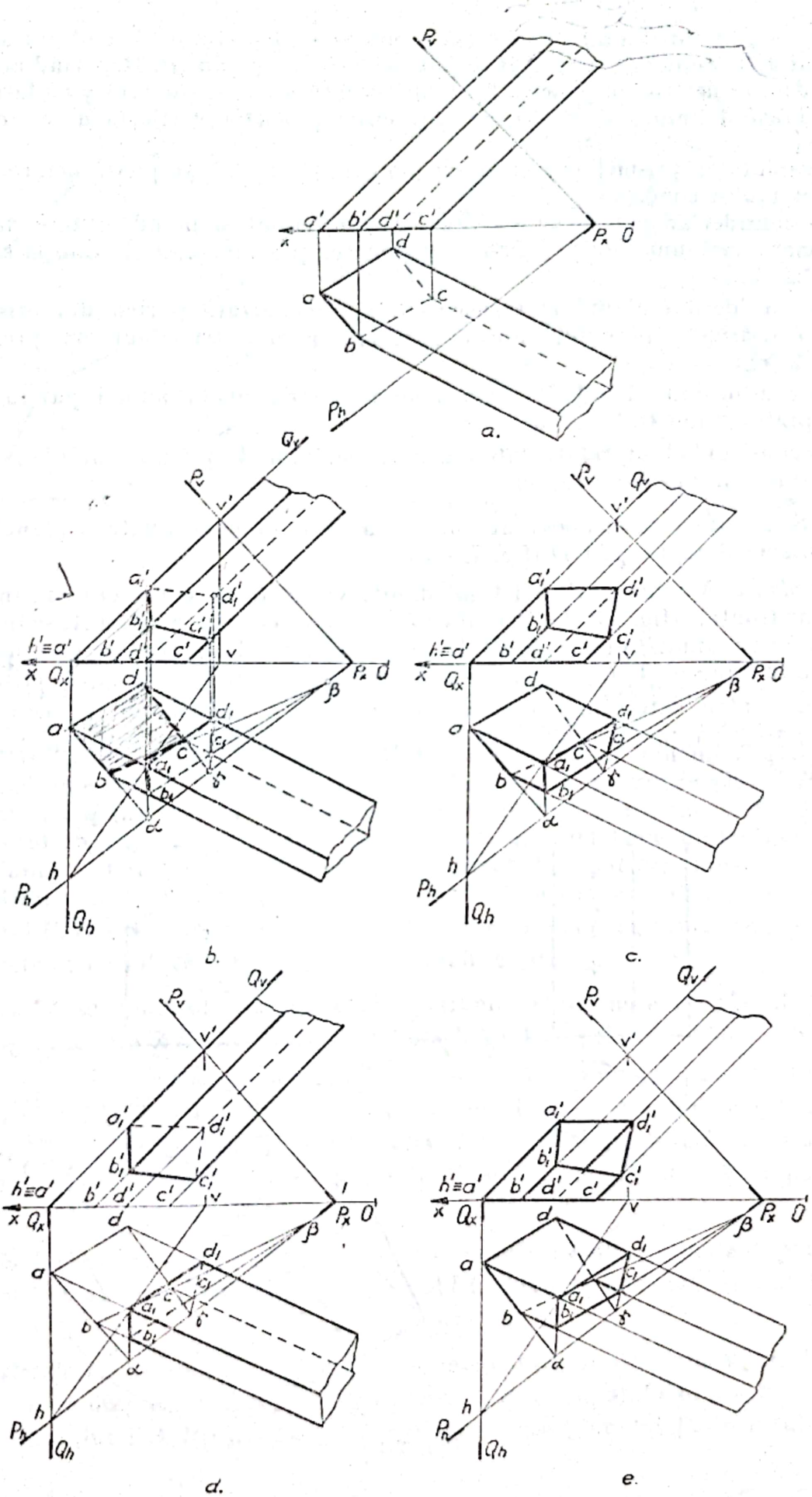


Fig. 7.2

Scanned with OKEN Scanner

zontală P_h în punctul α ; acest punct se unește cu punctul a_1 și se obține segmentul a_1b_1, după care fața AB se intersectează cu planul P. Repetînd acest procedeu, se determină punctul β, respectiv latura b_1c_1 și punctul γ cu latura c_1d_1. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecția verticală a secțiunii $a'_1b'_1c'_1d'_1$.

Vizibilitatea prismei împreună cu poligonul secțiunii se poate determina în mai multe condiții :

— considerînd planul de secțiune P transparent și neîndepărtate după secționare nici una dintre părțile secționate, prisma fiind netransparentă (fig. 7.2, *b*) ;

— considerînd planul P transparent și îndepărtată partea din prismă situată deasupra planului, adică păstrînd numai trunchiul de prismă (fig. 7.2, *c*) ;

— considerînd planul P netransparent, reprezentînd numai partea de deasupra planului (fig. 7.2, *d*) ;

— considerînd suprafața laterală a trunchiului de prismă, iar planul P fiind transparent (fig. 7.2, *e*).

2. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P, prin prisma dreaptă $ABCD$ (fig. 7.3, *a*).

Rezolvare. Muchiile prismei fiind drepte verticale, se consideră conținute de plane frontale (fig. 7.3, *b*). Planul de front F_1, ce conține muchia A, se intersectează cu planul P după o frontală, care determină la intersecția cu muchia respectivă punctul A_1 (a_1, a'_1). Procedînd asemănător, se determină și celelalte puncte. Pentru determinarea adevăratei mărimi a poligonului de secțiune, se consideră o rabatere a planului în jurul urmei orizontale, utilizînd triunghiurile de rabatere.

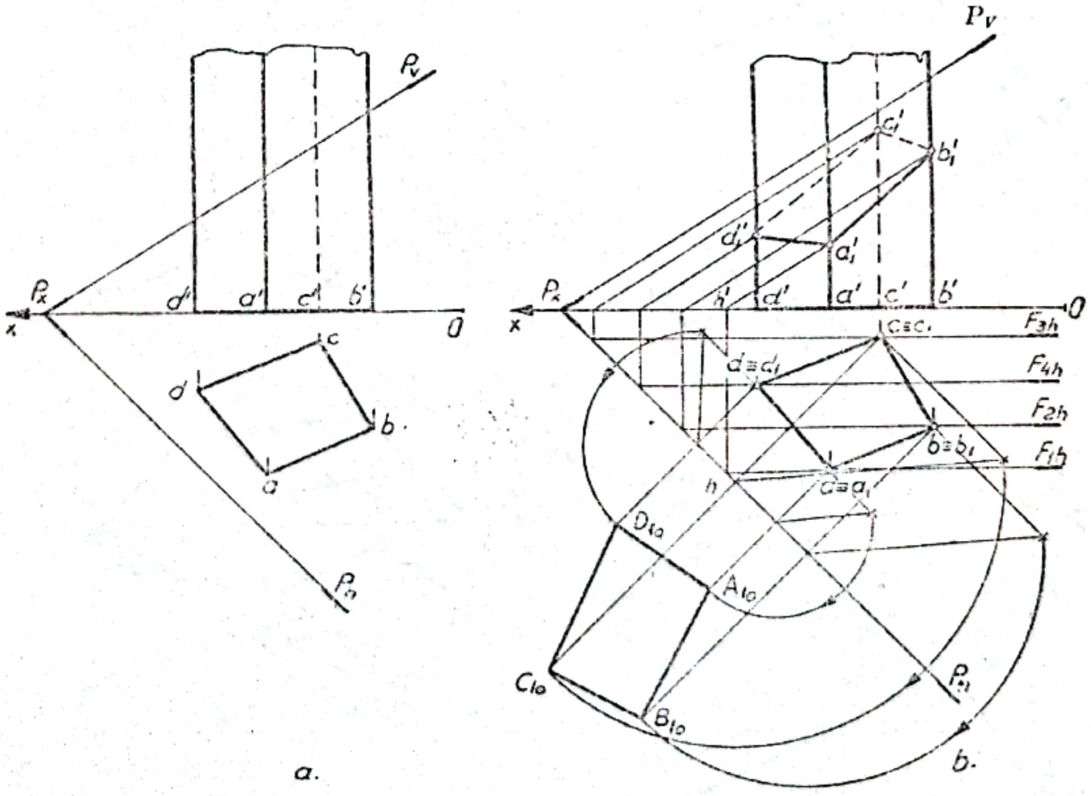


Fig. 7.3

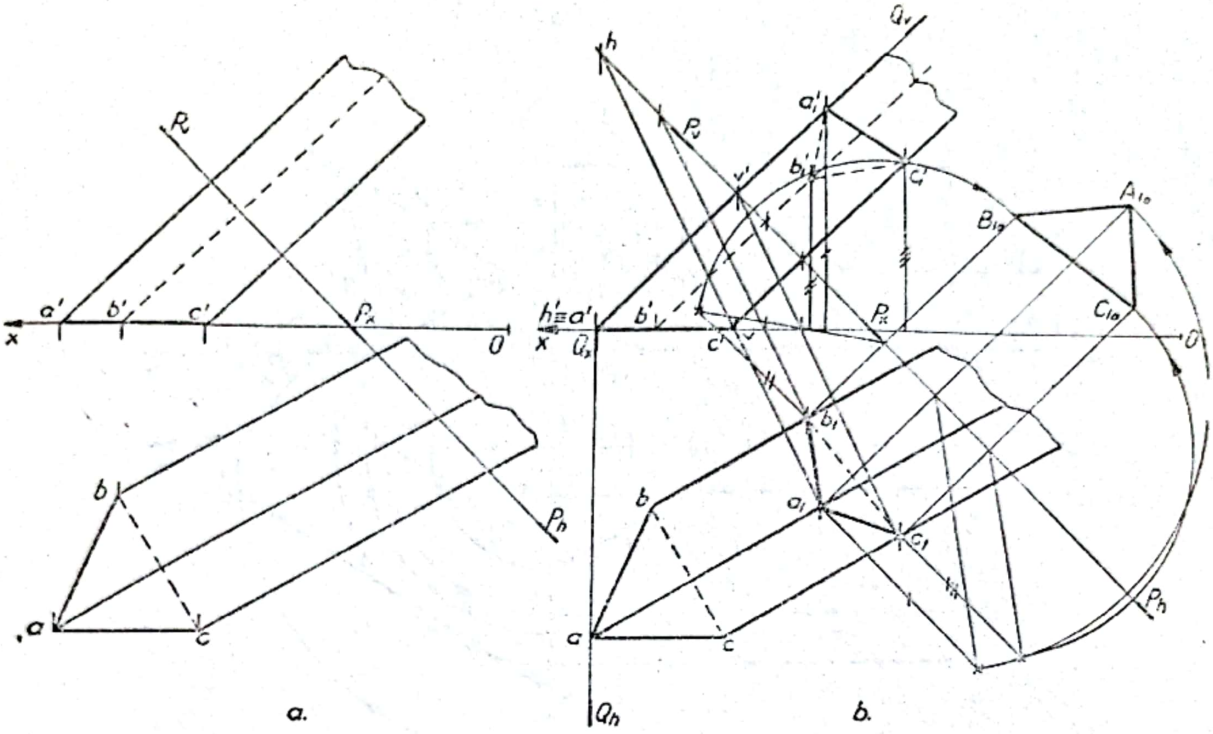


Fig. 7.4

3. Să se determine adevărata mărime a secțiunii rezultate prin secționarea prismei triunghiulare cu planul P avînd urmele în prelungire (fig. 7.4, *a*).

Rezolvare. Se determină punctele de intersecție dintre muchiile prismei și plan, utilizînd plane proiectante care conțin aceste muchii (fig. 7.4, *b*). Planul de capăt Q, care conține muchia A, se intersectează cu planul P după dreapta HV (hv, $h'v'$). La intersecția dintre muchia A și dreapta HV, rezultă punctul A_1 (a_1, a_1'), care reprezintă punctul de intersecție dintre muchia A și planul P. Utilizînd în mod asemănător plane de capăt prin muchiile B și C, se determină punctele B_1 (b_1, b_1') și C_1 (c_1, c_1') în care muchiile intersectează planul P. Construind triunghiurile de rabatere în raport cu urma orizontală P_h, se determină adevărata mărime a secțiunii $A_{10}B_{10}C_{10}$.

4. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul P prin prisma dreaptă ABC, cu baza în planul lateral de proiecție (7.5).

Rezolvare. Prin muchiile A și B se consideră cîte un plan de nivel care se intersectează cu planul P, după drepte de nivel și se obțin punctele A_1 (a_1, a_1') și B_1 (b_1, b_1'). Construind proiecția laterală, se observă că urma laterală Pw a planului intersectează baza în punctele $1''$ și $2''$, care împreună cu punctele A_1 și B_1, determină poligonul de secțiune.

5. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P, paralel cu axa Ox, prin prisma cu baza ABC, situată în planul vertical de proiecție (fig. 7.6).

Rezolvare. Se consideră muchiile prismei conținute de plane verticale și se determină dreptele de intersecție cu planul P (fig. 7.6, *a*). Se obține astfel poligonul secțiunii $A_1B_1C_1$. Considerînd o rabatere a planului P, în jurul urmei

Scanned with OKEN Scanner

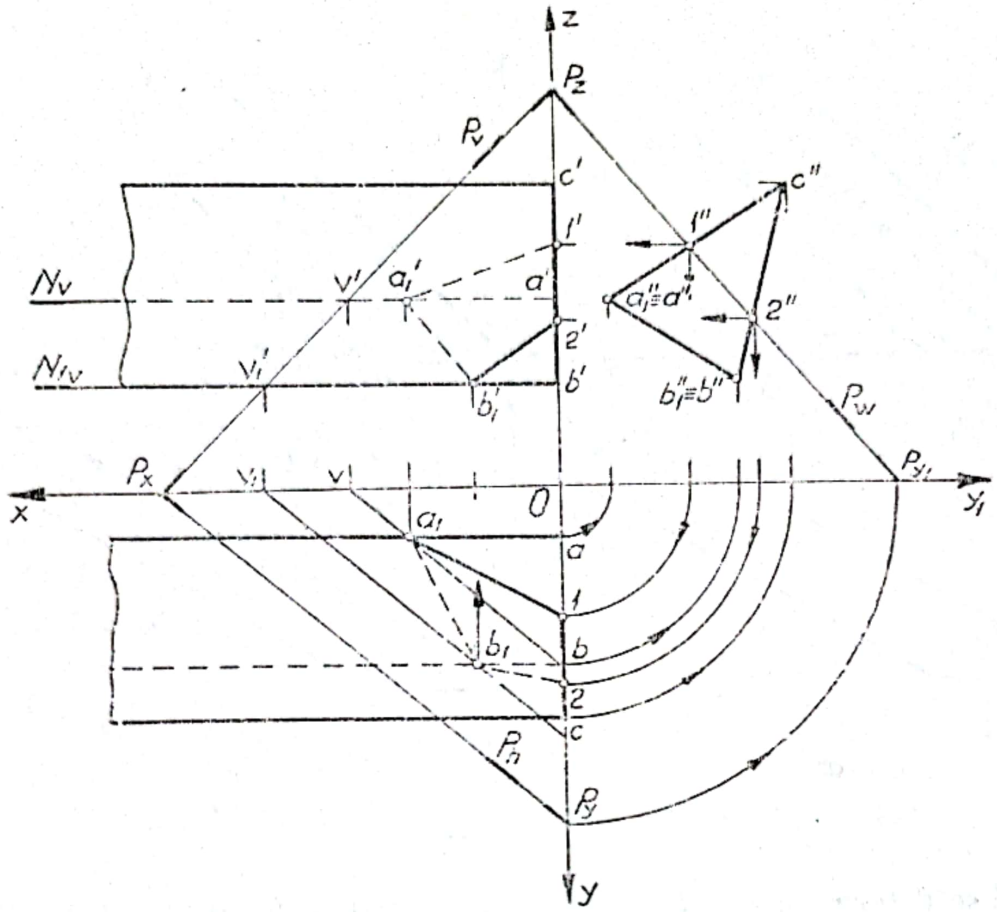


Fig. 7.5

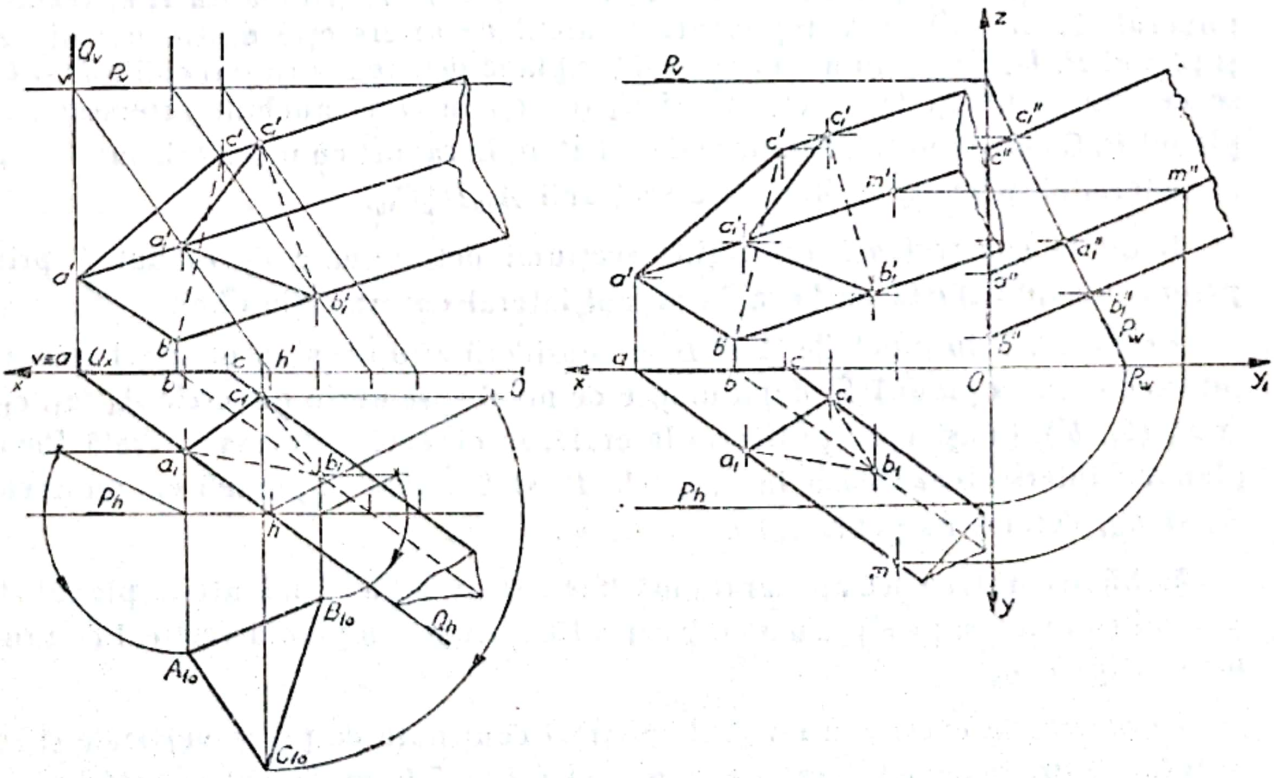


Fig. 7 6

Scanned with OKEN Scanner

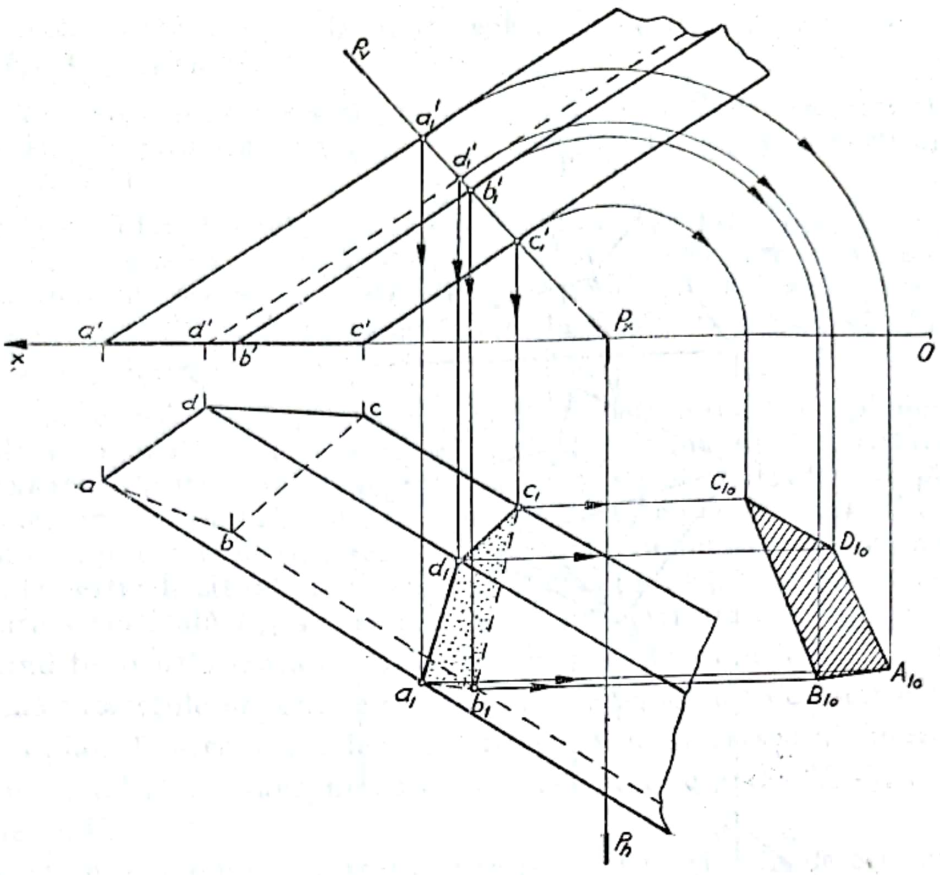


Fig. 7.7

orizontale P_h, utilizînd triunghiurile de rabatere, se determină adevărata mărime a secţiunii.

Planul P fiind un plan proiectat pe planul lateral, proiecţiile secţiunii se pot determina folosind planul lateral (fig. 7.6, *b*). Se determină proiecţia laterală a prismei şi urma laterală a planului P. Punctele de intersecţie dintre muchii şi plan vor avea proiecţiile laterale situate la intersecţia dintre proiecţiile laterale ale muchiilor şi urma laterală a planului. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecţiile verticale $a'_1b'_1c'_1$ şi orizontalele $a_1b_1c_1$.

6. Să se determine adevărata mărime rezultată prin secţionarea prismei $ABCD$, cu planul de capăt P (fig. 7.7).

Rezolvare. Planul P fiind proiectant faţă de planul vertical, punctele de intersecţie dintre muchii şi plan vor avea proiecţiile verticale situate pe urma verticală a planului. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecţia orizontală a secţiunii. Considerînd o rabatere a planului P în jurul urmei orizontale, se determină adevărata mărime $A_{10}B_{10}C_{10}D_{10}$.

7. Să se construiască proiecţiile secţiunii determinate de planul P prin piramida $SABCD$, avînd baza în planul orizontal (fig. 7.8).

Rezolvare. Se determină punctele în care fiecare muchie a piramidei intersectează planul P. Prin muchia SA, se consideră planul de capăt Q, care se intersectează cu planul P după dreapta $H_1V_1(h_1v_1,\ h'_1v'_1)$. La intersecţia proiecţiilor orizontale sa cu h_1v_1, rezultă proiecţia orizontală a_1, respectiv proiec-

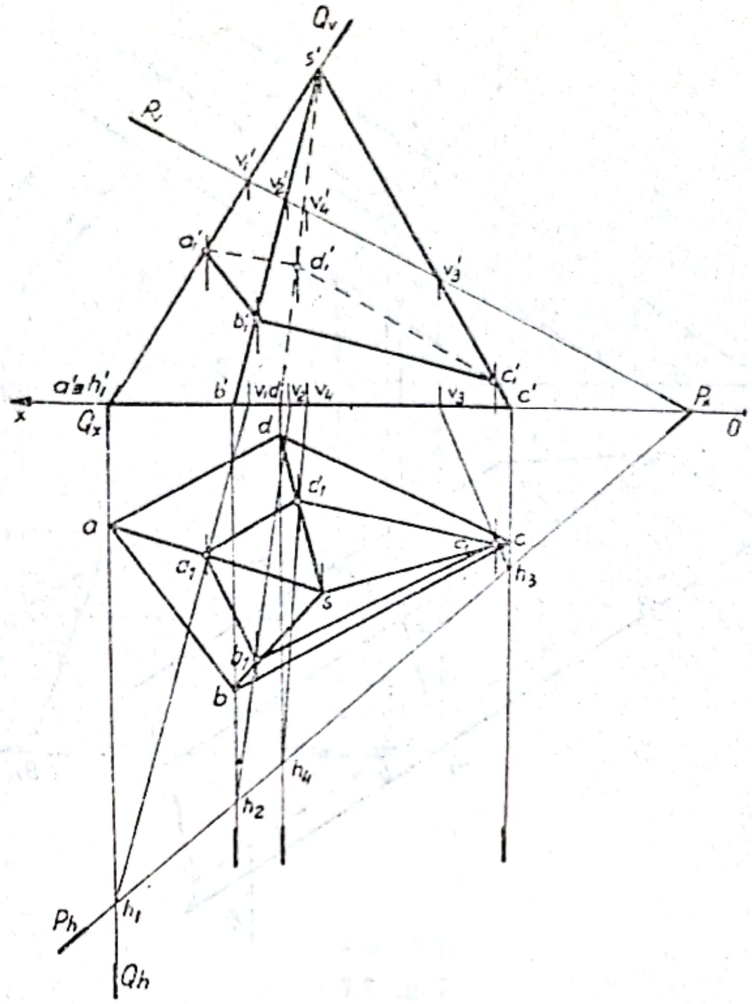


Fig. 7.8

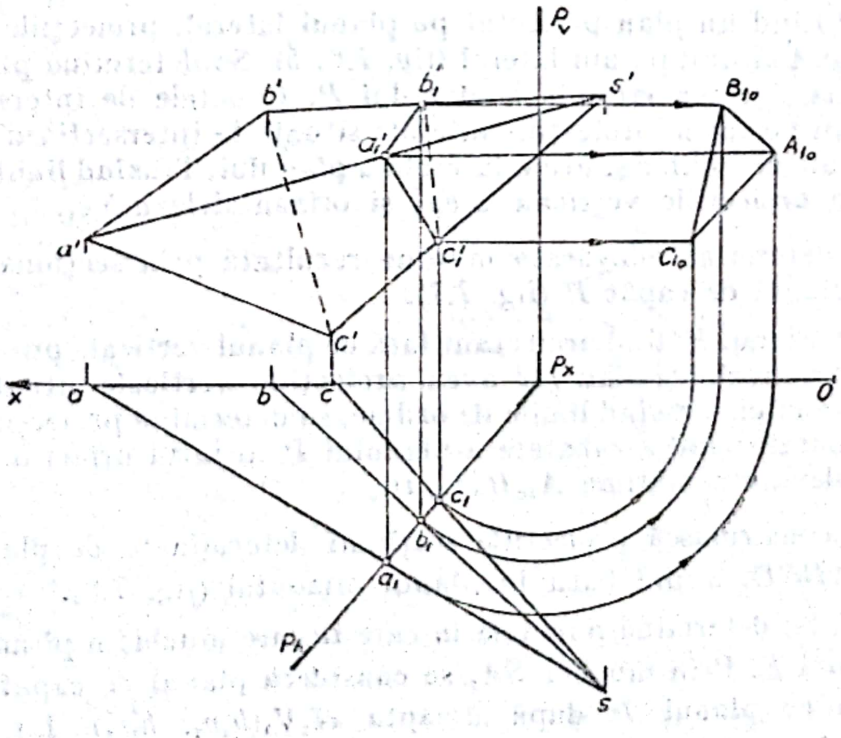


Fig. 7.9

Scanned with OKEN Scanner

ția verticală a_1'. Procedînd în mod analog, se determină și celelalte puncte $B_1(b_1,\ b_1')$, $C_1\ (c_1,\ c_1')$ și $D_1\ (d_1,\ d_1')$.

8. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul vertical P, prin piramida $SABC$, avînd baza situată în planul vertical de proiecție (fig. 7.9).

Rezolvare. Planul fiind proiectant, secțiunea prin piramidă se va proiecta pe planul orizontal ca un segment $a_1b_1c_1$, situat pe urma orizontală a planului. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecția verticală $a_1'b_1'c_1'$. Considerînd o rabatere a planului în jurul urmei verticale, se determină adevărata mărime $A_{10}B_{10}C_{10}$.

9. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul P prin piramida hexagonală dreaptă $AB\ldots EF$, cu baza în planul orizontal (fig. 7.10).

Rezolvare. Printr-o schimbare de plan vertical, considerînd planul V_1 perpendicular pe planul P, se transformă planul P în plan de capăt (fig. 7.10, *a*). În acest caz, punctele de intersecție dintre muchiile piramidei și plan vor avea proiecțiile verticale situate la intersecția dintre proiecțiile verticale ale muchiilor și urma verticală P_{v1} a planului, proiecția verticală a poligonului de secțiune fiind total deformată după segmentul $\alpha_1'\delta_1'$. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecțiile orizontale și verticale ale punctelor de intersecție dintre muchii și plan. Pentru punctele γ și ξ, rezultate din intersecțiile muchiilor SC și SF cu planul P, se transpun cotele din sistemul de plane H/V_1, în sistemul de plane H/V.

Proiecțiile poligonului de secțiune se pot obține și prin determinarea segmentelor de intersecție dintre fețele piramidei și plan sau a punctelor de intersecție dintre muchii și plan (fig. 7.10, *b*). Considerînd planul de capăt Q prin fața SAB, se determină segmentul $\alpha\beta$, situat pe dreapta de intersecție dintre planul Q și planul P. Planul de capăt R, dus prin fața SDE, determină segmentul $\delta\varepsilon$. Pentru a obține punctele de intersecție dintre muchiile SC și SF cu planul P, fiind drepte de profil, se utilizează planul de profil S care conține aceste muchii. Se proiectează pe planul lateral dreapta de intersecție H_2V_2 $(h_2''v_2'')$ dintre planul P și planul de profil S și muchiile SC $(s''c'')$ și SF $(s''f'')$. La intersecțiile proiecțiilor laterale, rezultă punctele γ'' și ξ'', care se transpun prin linii de ordine de proiecțiile verticale și orizontale ale muchiilor respective.

7.2. SECȚIUNI PLANE PE SUPRAFEȚE CILINDRO-CONICE ȘI DE ROTAȚIE

Secțiunea determinată de un plan într-un con de rotație poate fi o elipsă, o hiperbolă sau o parabolă, după cum planul de secțiune taie o singură pînză a conului, ambele pînze, sau este paralel cu un plan tangent la con (teorema lui Dandelin).

Forma secțiunii se poate determina făcînd comparație între planul de secțiune și un plan paralel, dus prin vîrful conului, sau analizînd unghiurile for-

Scanned with OKEN Scanner

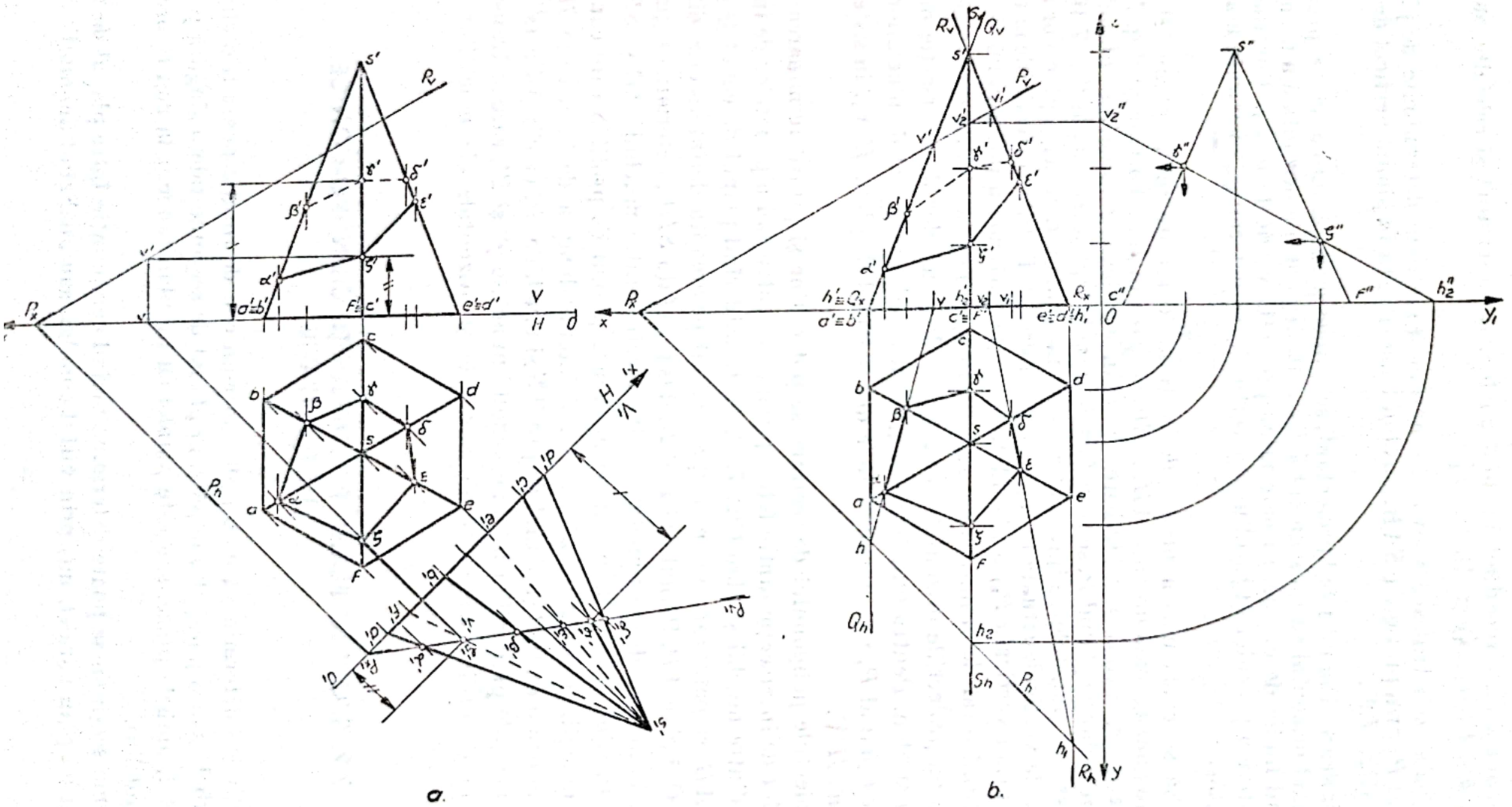


Fig. 7.10

Scanned with OKEN Scanner

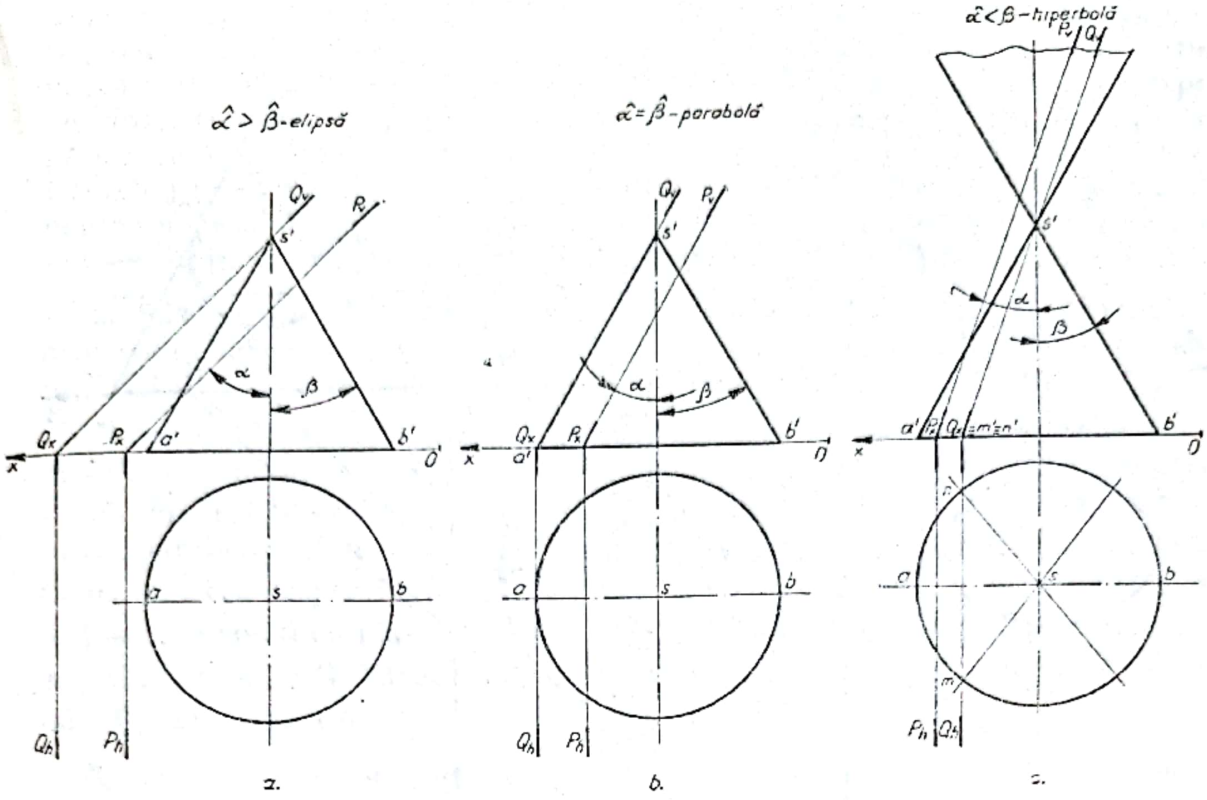


Fig. 7.11

mate de plan cu axa conului în raport cu unghiul format de generatoare cu axa conului (fig. 7.11).

Dacă planul Q, dus prin vîrful conului, paralel cu planul de secțiune P, întîlnește conul într-un singur punct, vîrful conului, atunci secțiunea determinată de planul P are forma unei elipse (fig. 7.11, *a*).

Dacă planul Q, dus prin vîrful conului, paralel cu planul P, este tangent la con după o generatoare SA (fig. 7.11, *b*), atunci secțiunea determinată de planul P pe suprafața conului are forma unei parabole.

Dacă planul Q ce trece prin vîrful conului și este paralel cu planul P, intersectează conul după două generatoare SM și SN, atunci secțiunea determinată de planul P pe suprafața conului are forma unei hiperbole (fig. 7.11, *c*).

7.2.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul de capă P, prin conul de rotație (fig. 7.12).

Rezolvare. Din analiza principiilor prezentate anterior, rezultă că secțiunea are forma unei elipse ce va avea proiecția verticală segmentul $a'_1b'_1$, care reprezintă axa mare a elipsei. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecțiile orizontale a_1 și b_1, respectiv proiecțiile laterale $a''_1b''_1$, care reprezintă proiecțiile punctelor de intersecție dintre generatoarele SA și SB cu planul P. Generatoarele SC și SD intersectează planul P în punctele C_1 și D_1, respectiv c'_1 și d'_1.

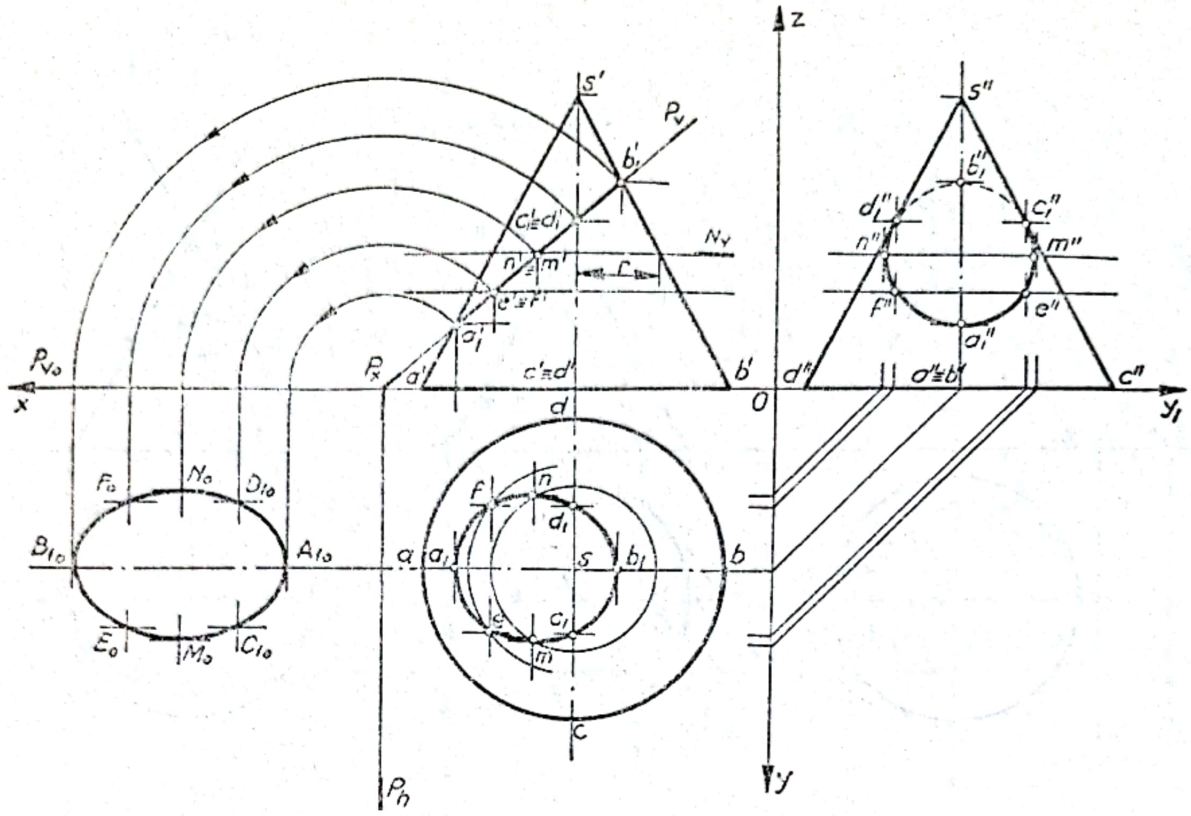


Fig. 7.12

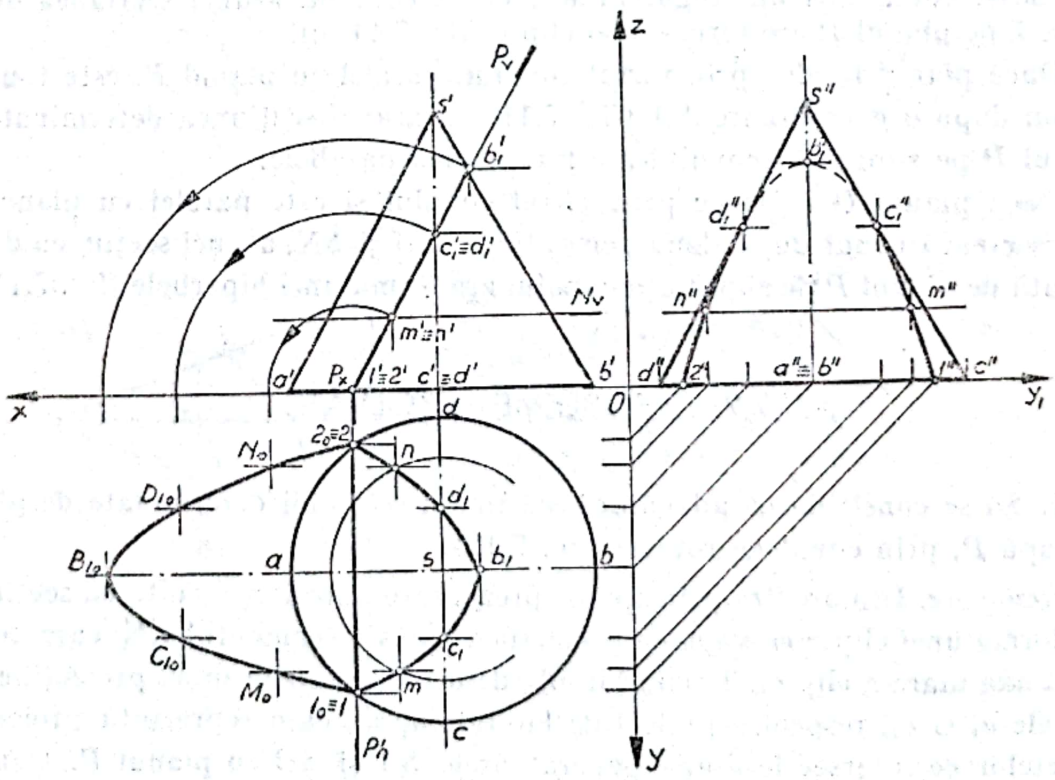


Fig. 7.13

Scanned with OKEN Scanner

Se determină proiecțiile laterale $c_1''d_1''$, apoi, prin linii de ordine, proiecțiile orizontale c_1 și d_1. Pentru a determina axa mică a elipsei, se consideră mijlocul segmentului $a_1'b_1'$, prin care se duce planul de nivel N. Planul de nivel secționează conul după un cerc cu raza r și se intersectează cu planul P după o dreaptă de capăt. Intersecția celor două elemente determină punctele M și N, respectiv proiecțiile orizontale mn, segmentul MN (mn, $m''n''$) fiind axa mică a elipsei. Utilizînd acest procedeu, se poate determina un număr suficient de puncte pentru a trasa elipsa, de exemplu punctele E și F. Considerînd o rabatere a planului P în jurul urmei orizontale P_h, se determină adevărata mărime a elipsei.

2. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin conul de rotație, planul P fiind paralel cu generatoarea SA a conului (fig. 7.13).

Rezolvare. Urma verticală a planului P_vP_x va fi paralelă cu proiecția verticală $s'a'$ a generatoarei, iar secțiunea va avea forma unei parabole. Punctul B_1 (b_1, b_1', b_1''), în care generatoarea SB intersectează planul P, corespunde cu vîrful parabolei. Generatoarele SC și SD intersectează planul P în punctele C_1 (c_1', c_1'', c_1), respectiv D_1 (d_1', d_1'', d_1). Pentru a determina alte puncte, se secționează conul cu plane de nivel, obținînd, de exemplu, punctele M (m, m', m'') și N (n, n', n''). Efectuînd o rabatere a planului P în jurul urmei orizontale P_h, se determină adevărata mărime a secțiunii.

3. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin conul de rotație cu două pînze (fig. 7.14).

Rezolvare. Planul Q, care trece prin vîrful conului și este paralel cu planul P secționează conul după două generatoare SM (sm, $s'm'$) și SN (sn, $s'n'$). Rezultă că secțiunea determinată de planul P are forma unei hiperbole. Punctele A_1 (a_1', a_1, a_1'') și B_1 (b_1', b_1, b_1''), în care generatoarele SA și SB intersectează planul P, reprezintă vîrfurile ramurilor hiperbolei. Folosind procedeele prezentate anterior, se determină un număr suficient de puncte pentru a putea trasa hiperbola. Prin punctul α (α, α'), mijlocul segmentului A_1B_1, se trasează dreptele αm_1 și αn_1, paralele cu generatoarele sm și sn, obținînd astfel asimptotele hiperbolei. Prin rabaterea planului P în jurul urmei P_h, se obține adevărata mărime a hiperbolei.

4. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul oarecare P prin conul circular drept cu vîrful în S (fig. 7.15).

Rezolvare. Utilizînd planul de front F, care conține generatoarele SA și SB, se determină punctele A_1 (a_1, a_1') și B_1 (b_1, b_1'), în care generatoarele intersectează planul P. Prin generatoarea SC, se consideră planul vertical Q și se obține punctul C_1 (c_1, c_1') de intersecție cu planul P. Punctul M (m, m') este un punct comun planului P și suprafeței conului, deci un punct al curbei de secțiune. Pentru a determina alte puncte, se utilizează planele de nivel N și N_1. Unind aceste puncte, se obțin proiecțiile curbei de secțiune care are forma unei elipse.

5. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul oarecare P pe suprafața conului circular oblic cu vîrful în S (fig. 7.16).

Scanned with OKEN Scanner

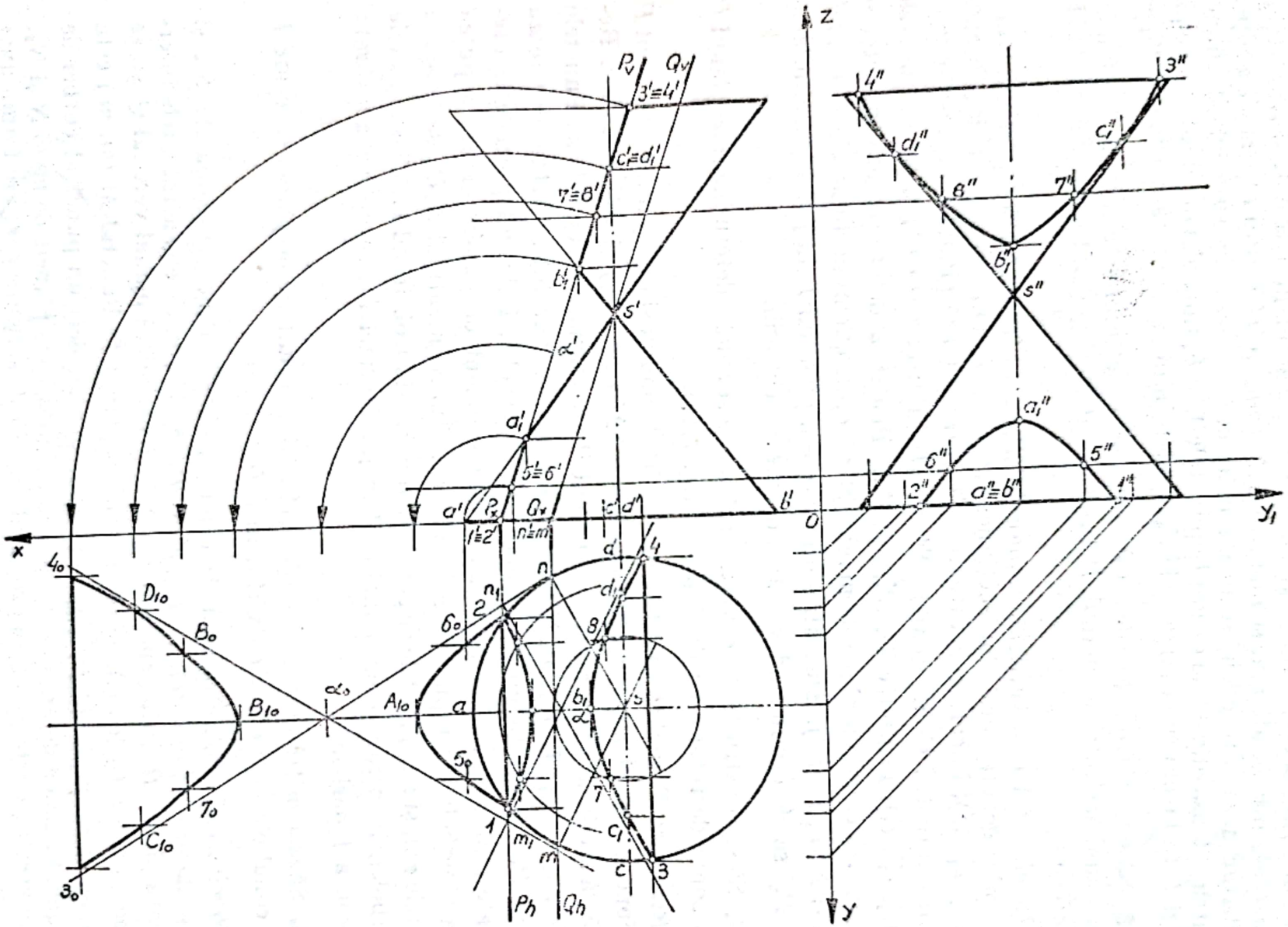


Fig. 7.14

Scanned with OKEN Scanner

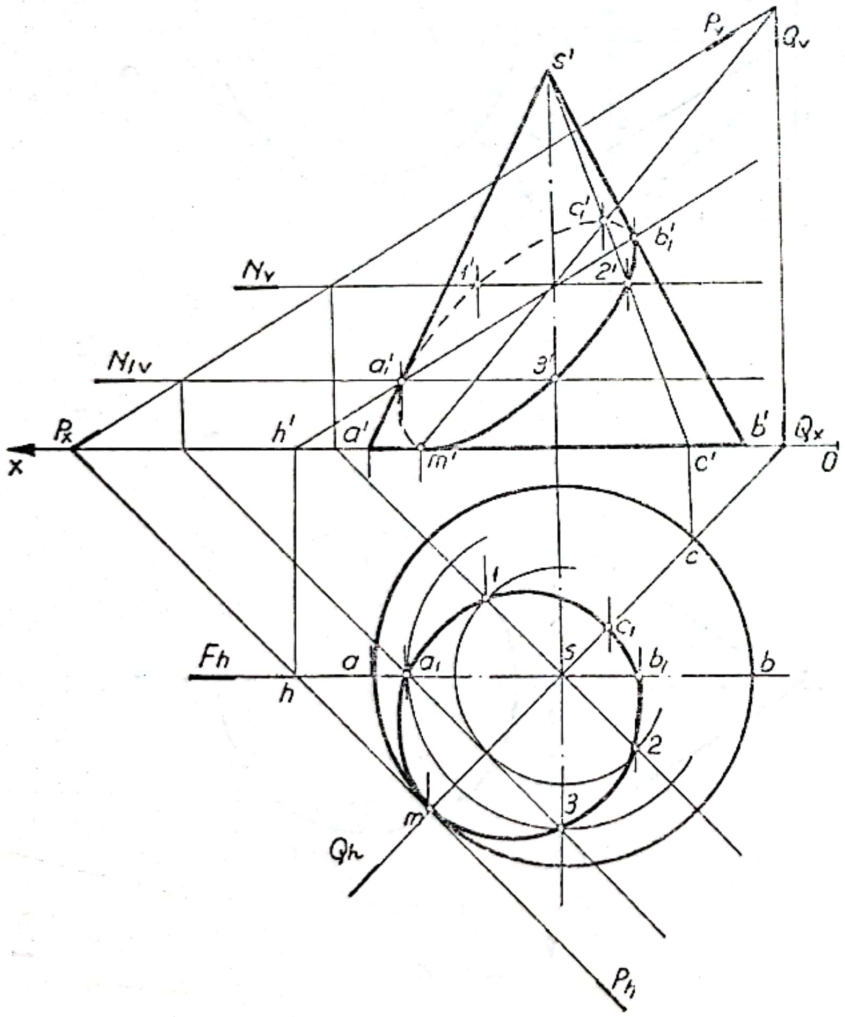


Fig. 7.15

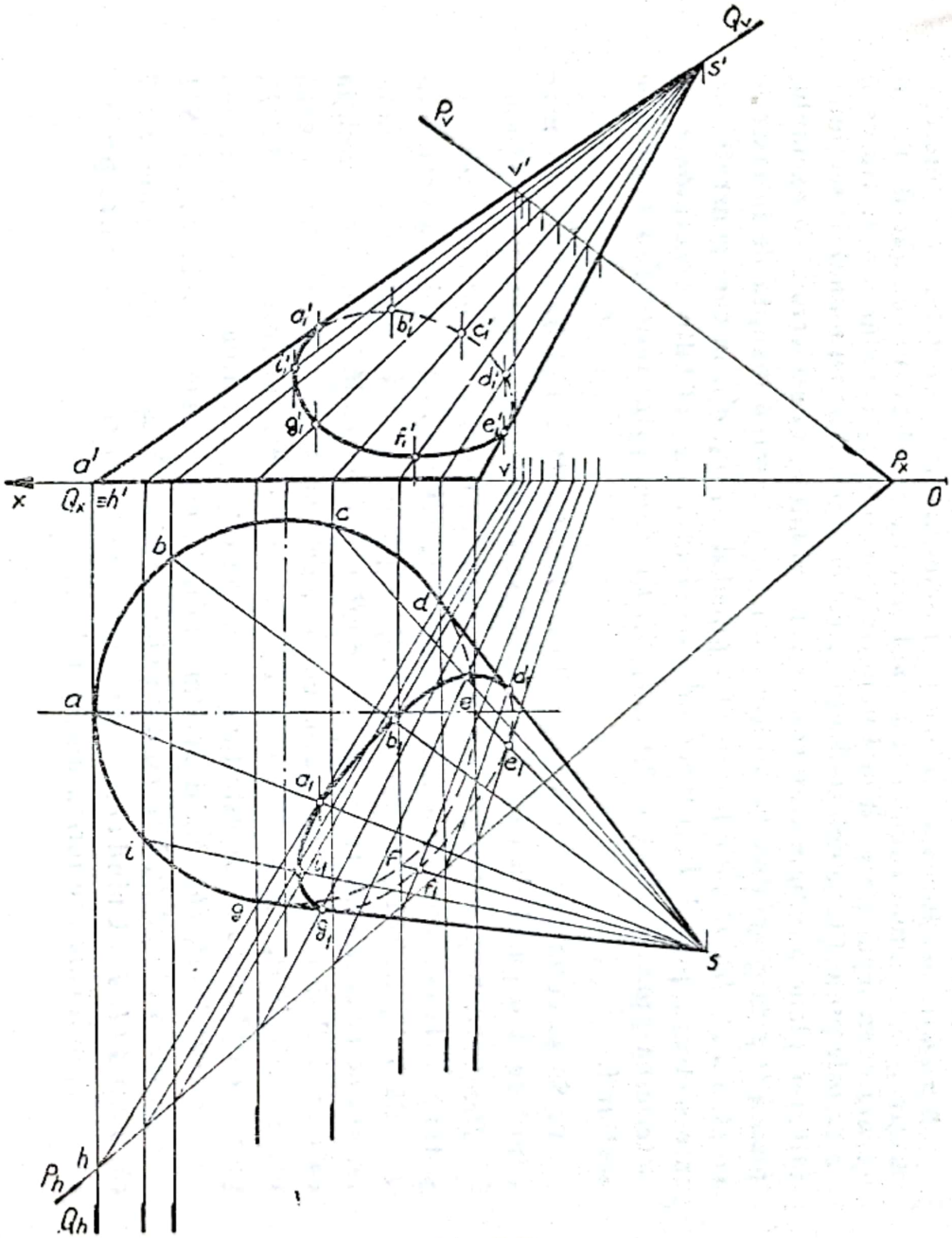


Fig. 7.16

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. Secțiunea se obține prin determinarea punctelor de intersecție dintre generatoarele conului și planul secant. Se alege un număr de 6...8 generatoare, repartizate cît mai uniform pe suprafața conului care se trasează în ambele proiecții. Se determină punctele de intersecție cu planul de secțiune, utilizînd plane auxiliare care conțin generatoarele. Considerînd, de exemplu, planul Q prin generatoarea SA (sa, $s'a'$), se determină dreapta de intersecție cu planul P, HV (hv, $h'v'$), respectiv punctul A_1 (a_1, a_1'), în care generatoarea intersectează planul P. Procedînd asemănător cu celelalte generatoare, se determină punctele B_1 (b_1, b_1')... I_1 (i_1, i_1'), care, prin unire, dau proiecțiile secțiunii.

6. Să se determine urma verticală a planului P, astfel încît să secționeze conul după o parabolă (fig. 7.17, *a*). Să se construiască proiecțiile secțiunii.

Rezolvare. Se construiesc urmele planului T, paralel cu planul de secțiune și tangent la con după generatoarea SN (fig. 7.17, *b*). Se consideră urma orizontală T_h, paralelă cu urma orizontală a planului P și tangentă la circumferința de bază în punctul n. Se determină urma verticală T_v, punînd condiția ca planul T să conțină generatoarea SN, deci și vîrful S (s, s'). Se trasează urma verticală P_v, paralelă cu urma T_v, deci s-au determinat urmele planului P, paralel cu planul T, care este tangent la con după generatoarea SN. Se determină punctele B_1 (b_1, b_1') și M_1 (m_1, m_1'), în care generatoarele SB și SM intersectează planul P. Utilizînd un plan de nivel N, se determină punctele *3* (*3*, *3'*) și *4* (*4*, *4'*). Unind aceste puncte cu punctele *1* și *2*, se determină proiecțiile secțiunii care are forma unei parabole.

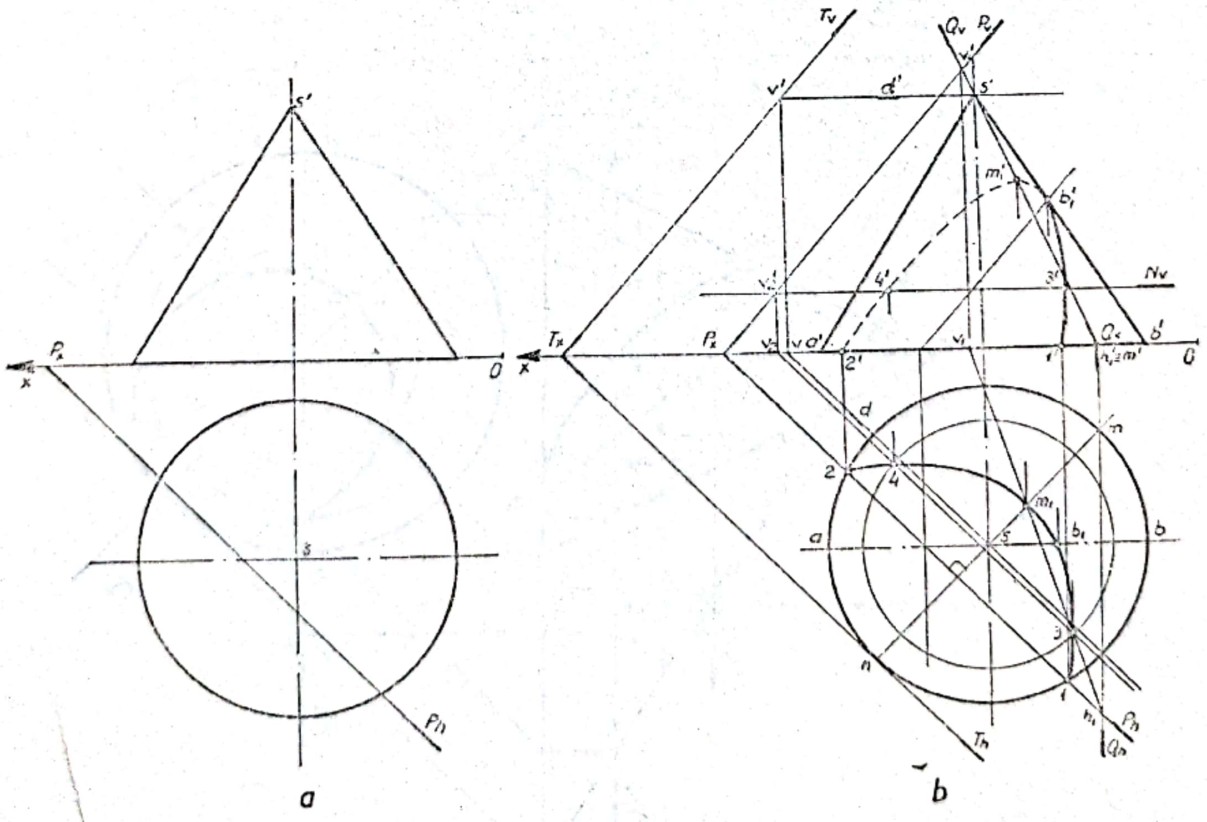


Fig. 7.17

Scanned with OKEN Scanner

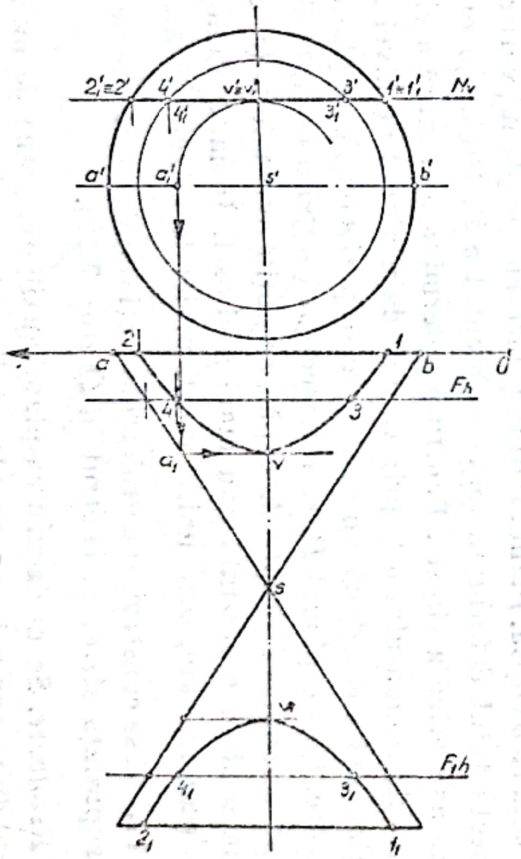


Fig. 7.18

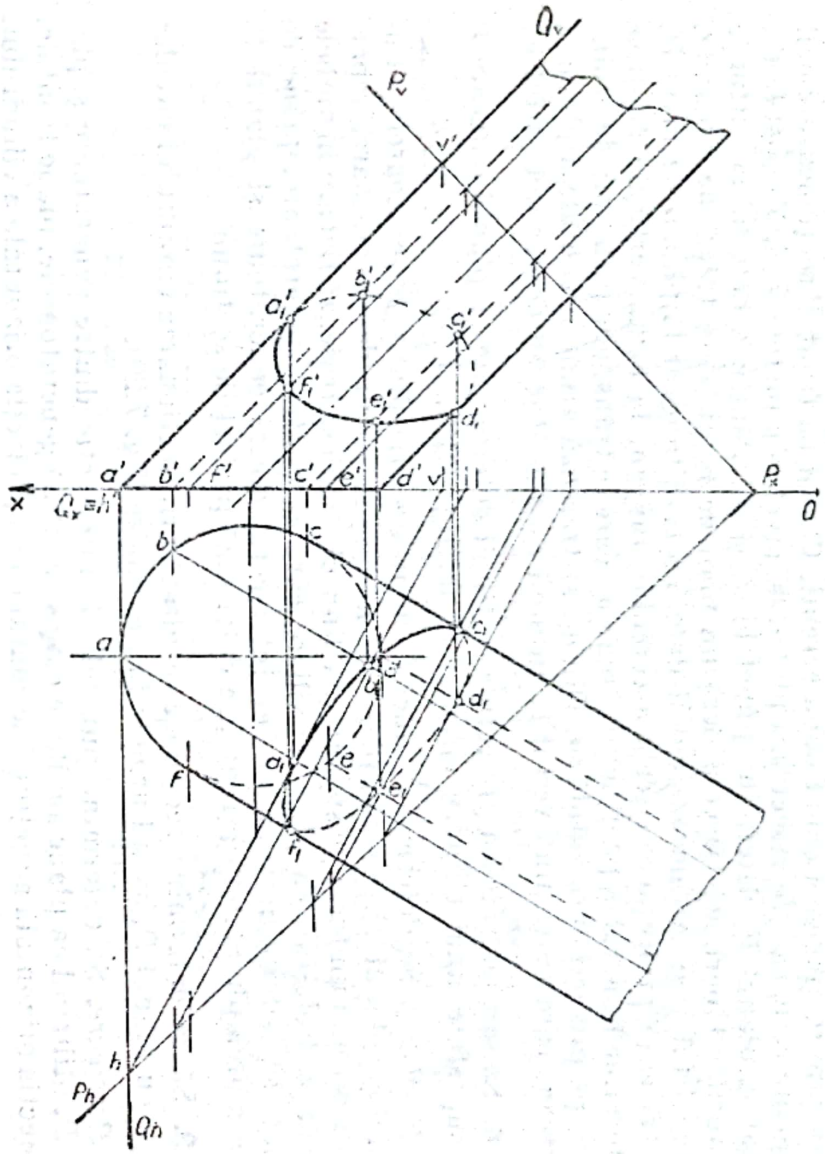


Fig. 7.19

Scanned with OKEN Scanner

7. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul de nivel N pe suprafața conului de rotație cu două pînze (fig. 7.18).

Rezolvare. Se determină diferite puncte ale secțiunii, utilizînd plane auxiliare care secționează conul după cercuri. Planul de front F secționează conul după un cerc, care intersectează planul de nivel în punctele 3 (3, $3'$) și $4(4, 4')$. Analog, planul F_1 determină punctele 3_1 și 4_1. Pentru a determina vîrfurile ramurilor hiperbolei, se consideră un plan de front, care trece, de exemplu, prin vîrful V și secționează conul după un cerc tangent la planul de nivel H. Se trasează proiecția verticală a cercului, tangent la urma verticală N_v și se determină punctul a_1' pe generatoarea $s'a'$, care se transpune prin linie de ordine în a_1 pe proiecția orizontală sa. Din a_1, se trasează urma orizontală a planului de front care determină vîrful v. În mod asemănător, se determină vîrful v_1.

8. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul oarecare P pe suprafața unui cilindru circular oblic (fig. 7.19).

Rezolvare. Se determină punctele de intersecție dintre generatoarele cilindrului și planul P. Se consideră un număr suficient de generatoare, repartizate cît mai uniform pe suprafața cilindrului care se trasează fiecare în ambele proiecții. Folosind ca plane auxiliare care să conțină generatoare, plane de capăt, se determină punctele de intersecție dintre generatoare și planul P. Prin unirea punctelor obținute, se determină proiecțiile secțiunii.

9. Să se determine secțiunea rezultată prin secționarea cilindrului circular drept cu planul P, avînd urmele în prelungire (fig. 7.20).

Rezolvare. Se determină punctele de intersecție dintre generatoare și planul P, utilizînd ca plane auxiliare care să conțină generatoarele, plane frontale. Proiecția orizontală a secțiunii se confundă cu proiecția orizontală a cilindrului.

10. Să se construiască proiecția orizontală a secțiunii determinate de planul de capăt P pe suprafața sferei cu centrul în Ω (fig. 7.21).

Rezolvare. Secțiunea determinată de un plan pe suprafața unei sfere are forma unui cerc. Planul fiind înclinat față de planul orizontal, cercul se va proiecta ca o elipsă. Planul P fiind proiectant pe planul vertical, secțiunea se va proiecta total deformată după segmentul $a'b'$. Proiecția orizontală ab reprezintă axa mică a elipsei. Pentru a determina axa mare a elipsei, se consideră mijlocul segmentului $a'b'$ prin care se duce planul de nivel N. Planul de nivel secționează sfera după un cerc, care se proiectează pe planul orizontal tot ca un cerc, iar cu planul P, se intersectează după o dreaptă de capăt. La intersecția cercului cu drepte de capăt, se obțin punctele C (c, c') și D (d, d'), iar segmentul cd reprezintă axa mare a elipsei. În mod analog, se determină și alte puncte, care, prin unire, redau proiecția orizontală a secțiunii.

11. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul oarecare P, pe suprafața sferei cu centrul în Ω (fig. 7.22).

Rezolvare. Se utilizează ca plane auxiliare, plane de nivel care secționează sfera după cercuri, iar cu planul P se intersectează după drepte de nivel. La intersecția dreptei cu cercul determinat de același plan de nivel, se obțin punctele secțiunii. Dacă printr-o schimbare de plan, se transformă planul într-un plan proiectant, se pot determina axele elipsei ca în figura 7.21.

Scanned with OKEN Scanner

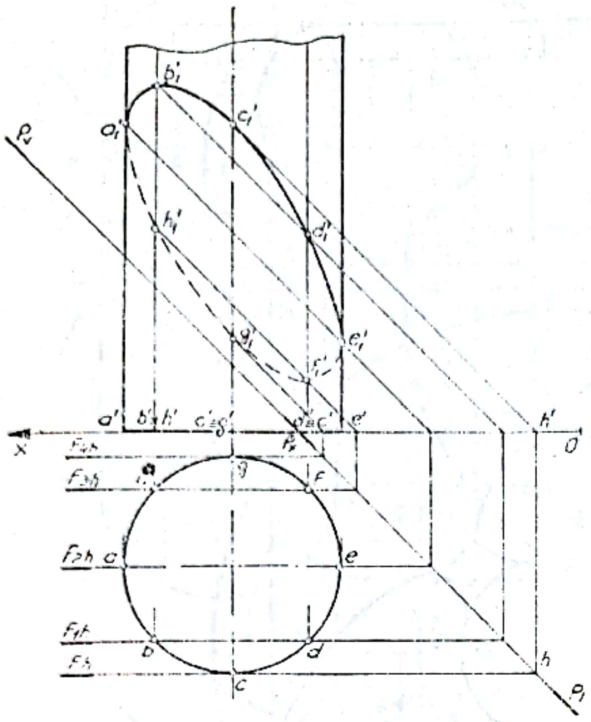


Fig. 7.20

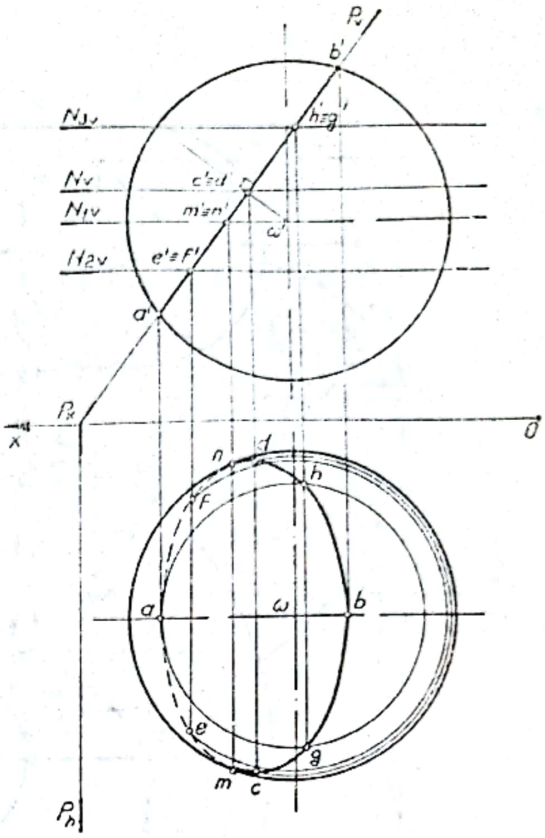


Fig. 7.21

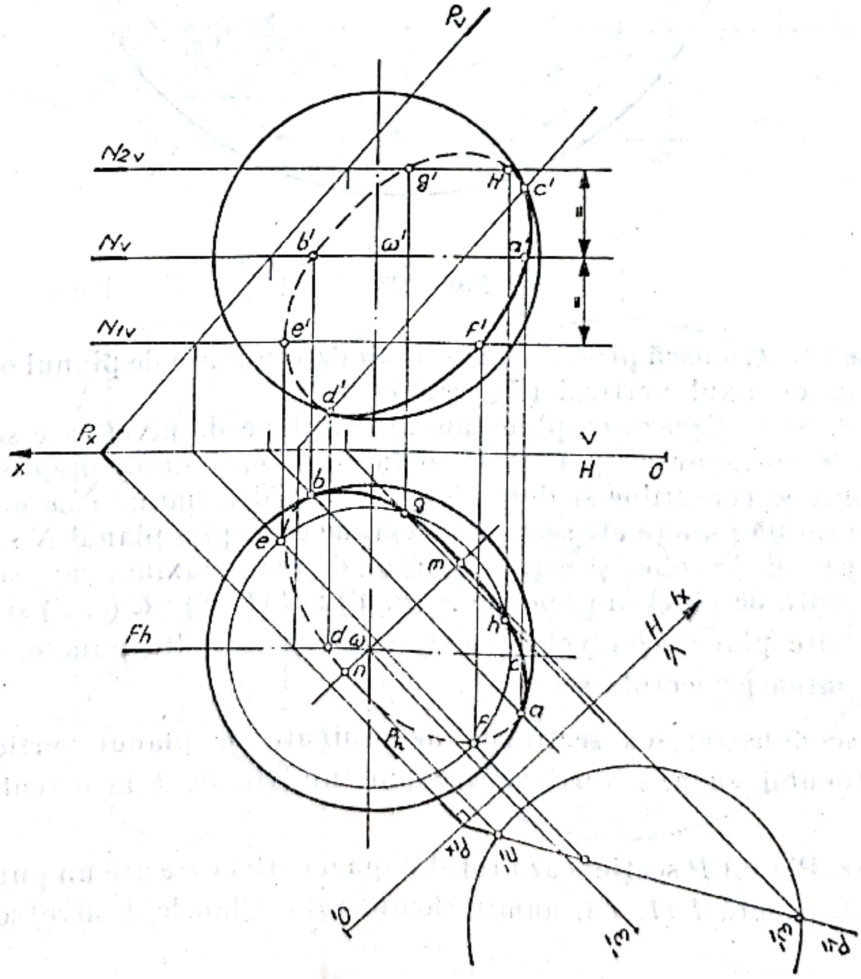


Fig. 7.22

Scanned with OKEN Scanner

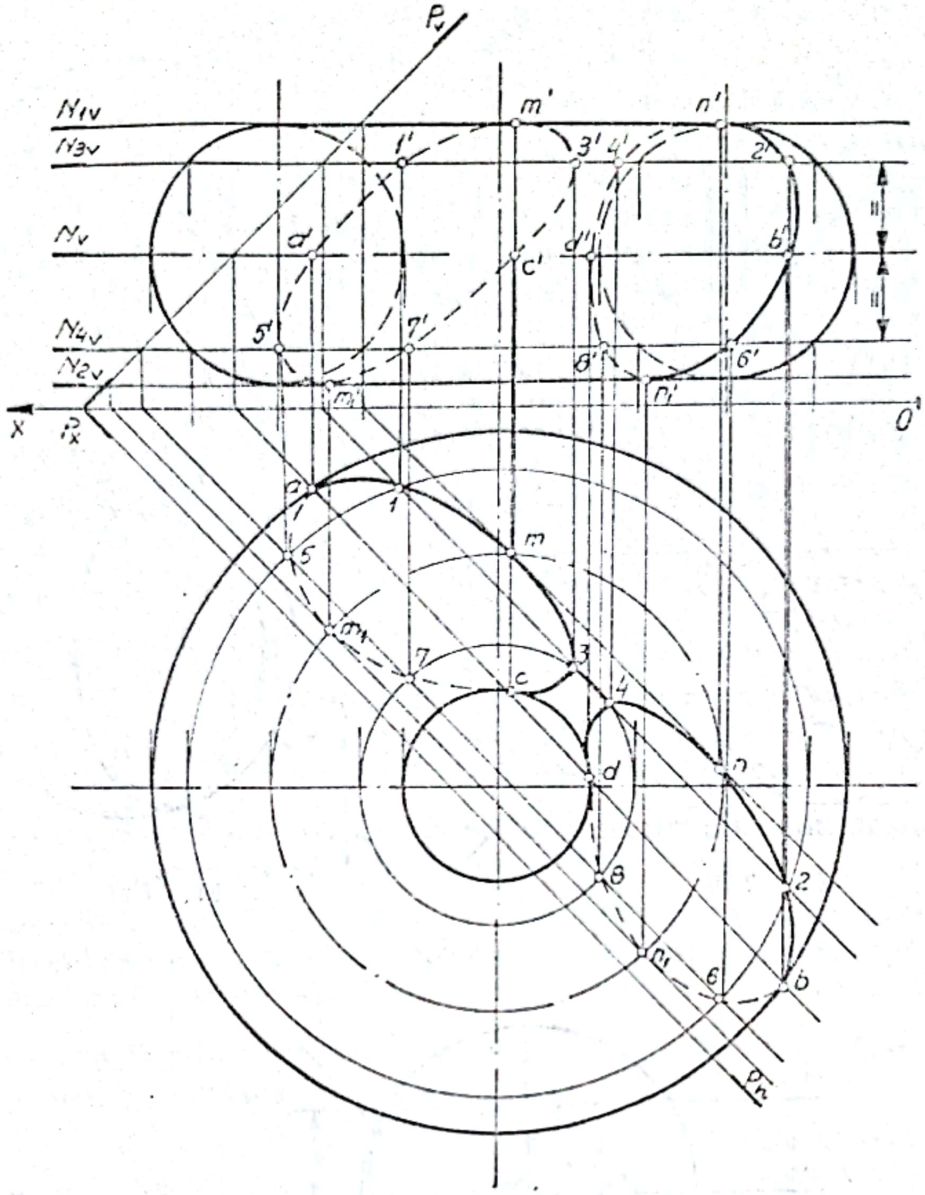


Fig. 7.23

12. Să se construiască proiecţiile secţiunii determinate de planul oarecare P, printr-un tor cu axul vertical (fig. 7.23).

Rezolvare. Se utilizează ca plane auxiliare, plane de nivel care secţionează torul după cercuri, iar cu planul P se intersectează după drepte de nivel. Punctele comune cercurilor şi dreptelor de nivel determinate de acelaşi plan auxiliar determină puncte ale secţiunii. Aşa, de exemplu, planul N secţionează torul după cercul de colier şi cercul ecuator de rază maximă care se intersectează cu dreapta de nivel în punctele $A\ (a, a')$; $B\ (b, b')$; $C\ (c, c')$ şi $D\ (d, d')$. Folosind şi alte plane de nivel, se determină şi celelalte puncte, care, prin unire, determină proiecţiile secţiunii.

13. Să se construiască secţiunea determinată de planul vertical P, pe suprafaţa torului cu axa verticală, planul fiind tangent la cercul de colier (fig. 7.24).

Rezolvare. Planul P secţionează torul după o curbă care are un punct dublu, punctul de tangentă $1\ (1, 1')$, numită lemniscată. Planele de nivel secţionează

Scanned with OKEN Scanner

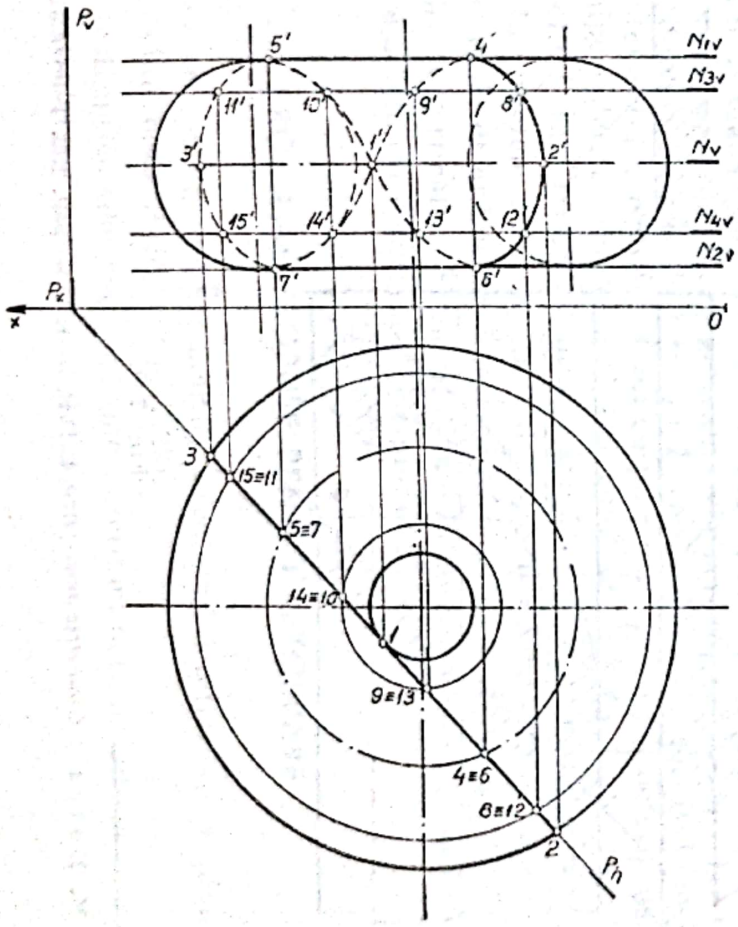


Fig. 7.24

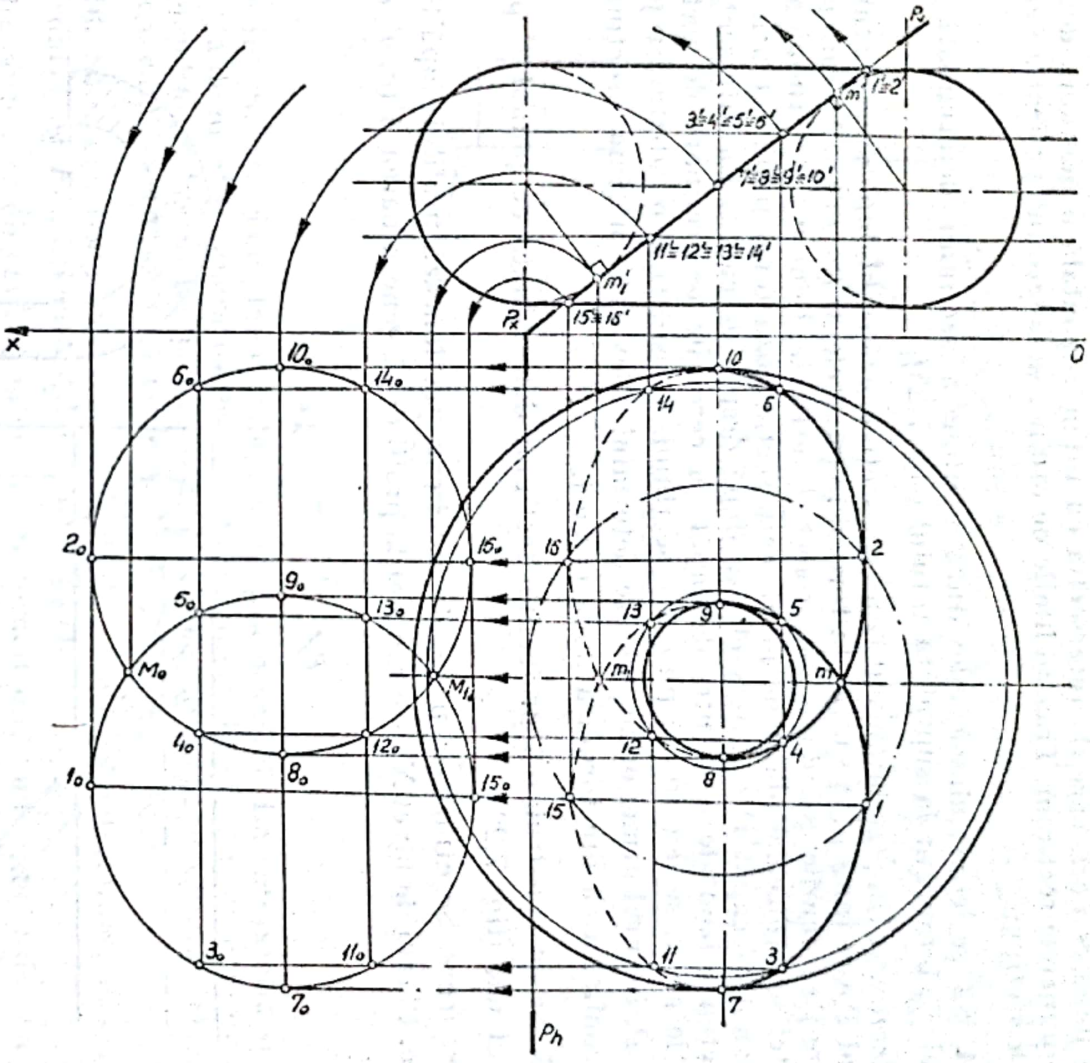


Fig. 7.25

torul după cercuri, care, la intersecția cu urma orizontală a planului, determină punctele secțiunii. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecția verticală a secțiunii.

14. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinată de planul P, bitangent la suprafața torului (fig. 7.25).

Rezolvare. Un plan bitangent la un tor secționează torul după două cercuri*. Planul P este tangent la suprafața torului în punctele M (m, m') și M_1 (m_1, m_1'), situate pe cercurile meridiane ale proiecției verticale. Pentru a determina alte puncte, se utilizează plane de nivel, care secționează torul după cercuri, iar cu planul de capăt P se intersectează după drepte de capăt. La intersecțiile proiecției orizontale a dreptei de capăt cu cercurile determinate de același plan de nivel, se determină punctele secțiunii. Considerînd o rabatere a planului P, în jurul urmei orizontale, se determină adevărata mărime a secțiunii, care confirmă că are forma a două cercuri.

15. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul P prin profilul dat (fig. 7.26).

Rezolvare. Se utilizează plane de nivel care secționează profilul după linii drepte. Planul de nivel N este tangent la profil după generatoarea A (a, a', a'')

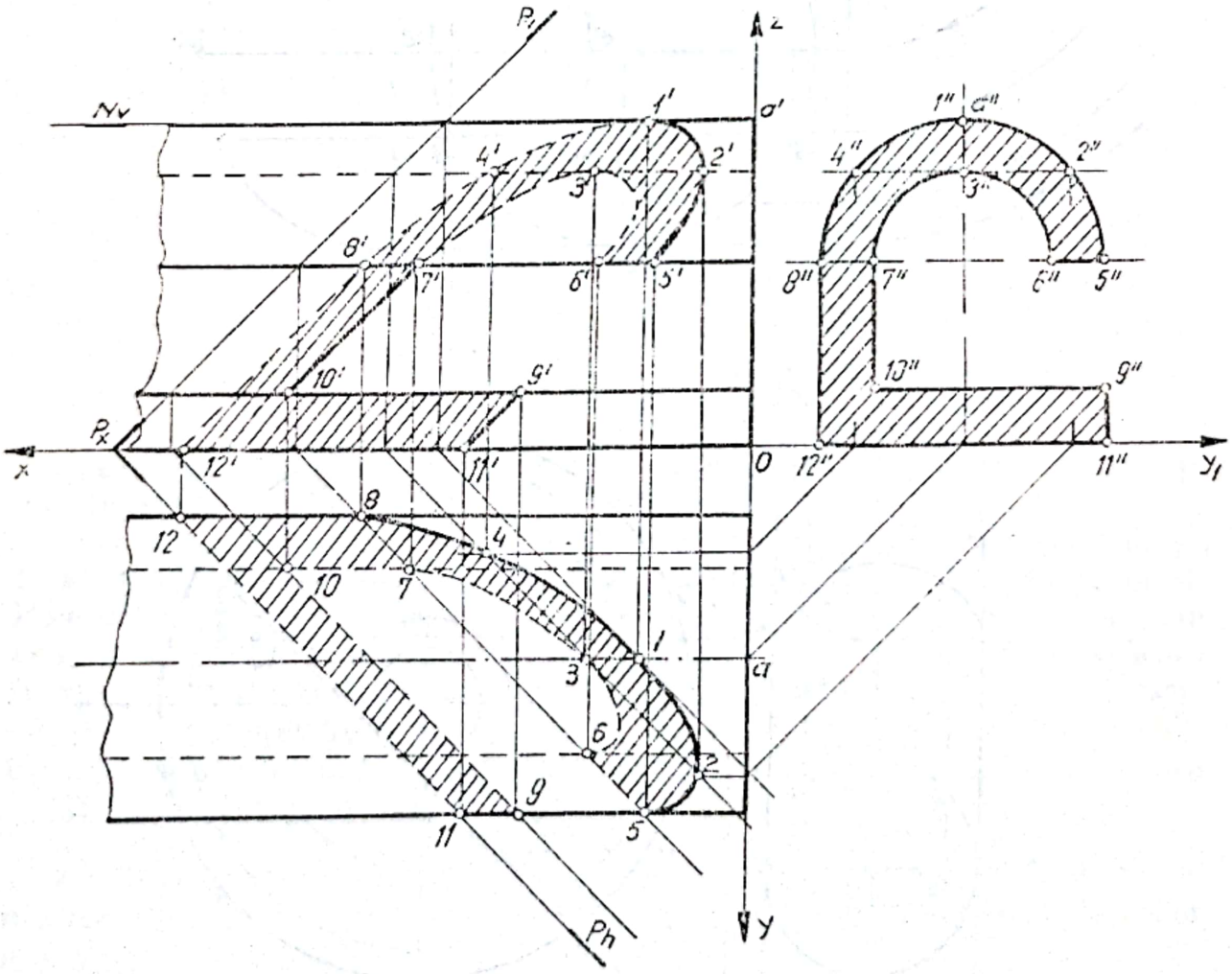


Fig. 7.26

* M. Botez — *Geometrie descriptivă*, E.D.P. — 1965 — pag. 239. Teorema lui Villarceau.

Scanned with OKEN Scanner

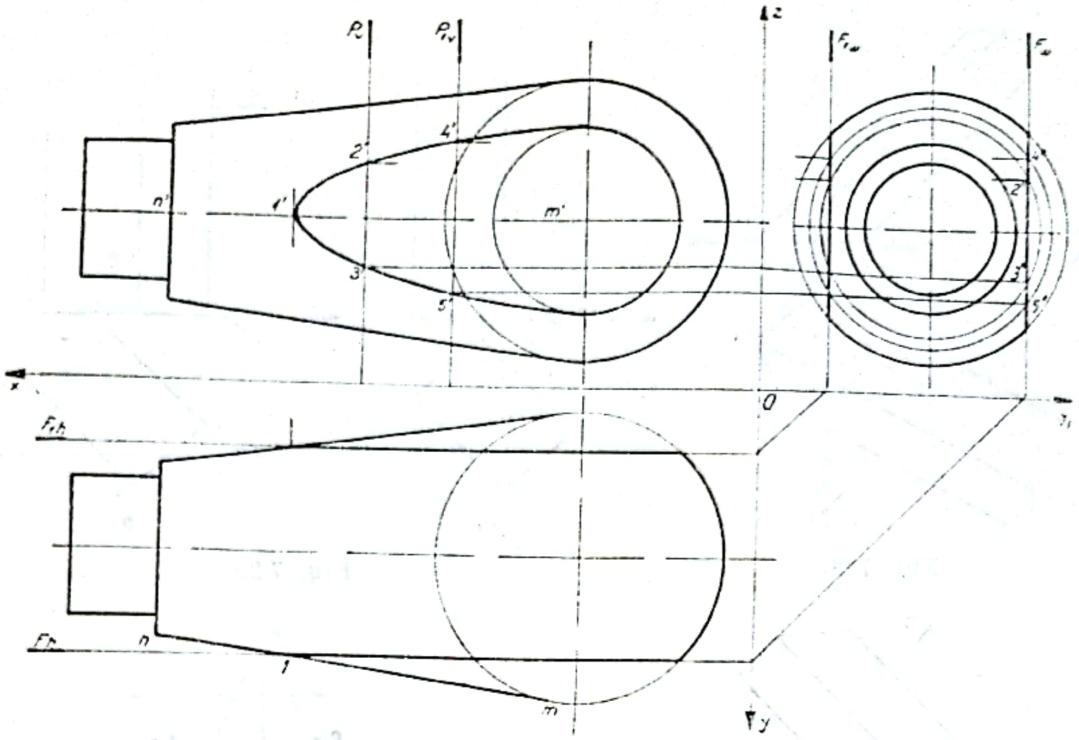


Fig. 7.27

și se intersectează cu planul P după o dreaptă de nivel. La intersecția dintre dreapta de nivel și generatoare se determină punctul *1* (*1*, *1'*), care reprezintă un punct al secțiunii. Utilizînd și alte plane de nivel, se determină celelalte puncte care determină proiecțiile secțiunii.

16. Să se construiască proiecția verticală a secțiunii determinate de planele de front F și F_1 prin mînerul dat (fig. 7.27).

Rezolvare. Se observă că mînerul este format dintr-un trunchi de con care se termină la baza mare cu o parte sferică. Planul de front F secționează sfera după un cerc, care se proiectează pe planul vertical tot ca un cerc, iar trunchiul de con după o hiperbolă. Punctul *1'* care reprezintă vîrful hiperbolei rezultă din intersecția generatoarei *mn* cu planul F. Pentru a determina alte puncte ale hiperbolei, se secționează trunchiul de con cu plane de profil. Planul de profil P taie trunchiul de con după un cerc care se intersectează cu planul F, în punctele *2''3''*, iar planul de profil P_1 determină punctele *4''* și *5''*. Trasînd liniile de ordine, se determină proiecțiile verticale *2'*, *3'*, *4'* și *5'*, respectiv proiecția verticală a secțiunii. Planul F_1 determină o secțiune identică și simetrică cu secțiunea determinată de planul F.

7.3. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin prisma avînd baza $ABCD$ (fig. 7.28).

2. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin prisma patrulateră dreaptă (fig. 7.29).

Scanned with OKEN Scanner

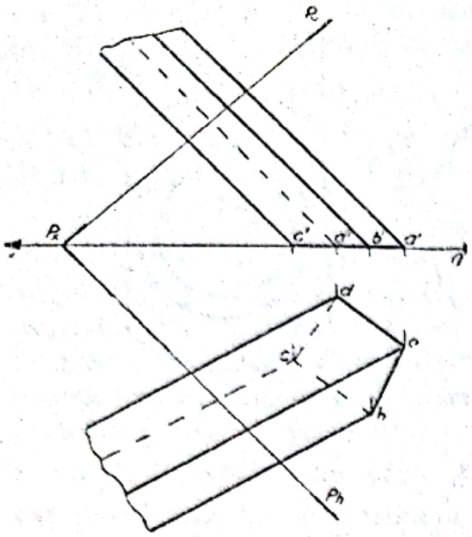


Fig. 7.28

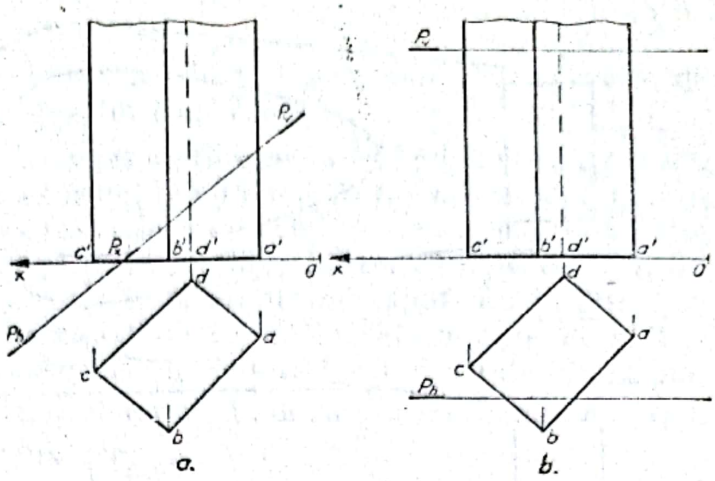


Fig. 7.29

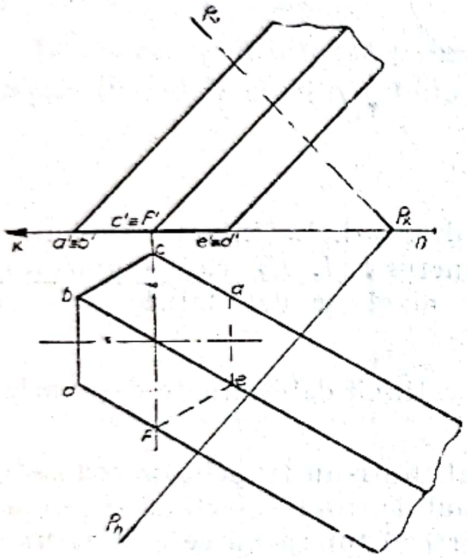


Fig. 7.30

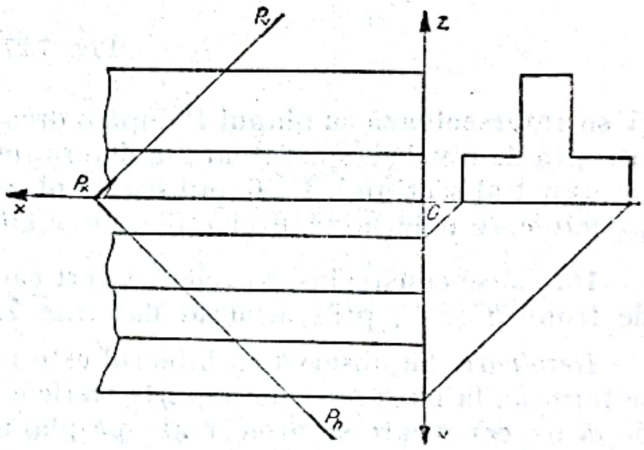


Fig. 7.31

3. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin prisma hexagonală (fig. 7.30).

4. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin profilul dat (fig. 7.31).

5. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin piramida $SABCD$ (fig. 7.32).

6, Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin piramida hexagonală (fig. 7.33).

7. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin conul de rotație (fig. 7.34).

8. Să se construiască proiecția laterală a secțiunii determinate de planul P prin conul circular oblic (fig. 7.35).

9. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul P prin conul de rotație (fig. 7.36).

Scanned with OKEN Scanner

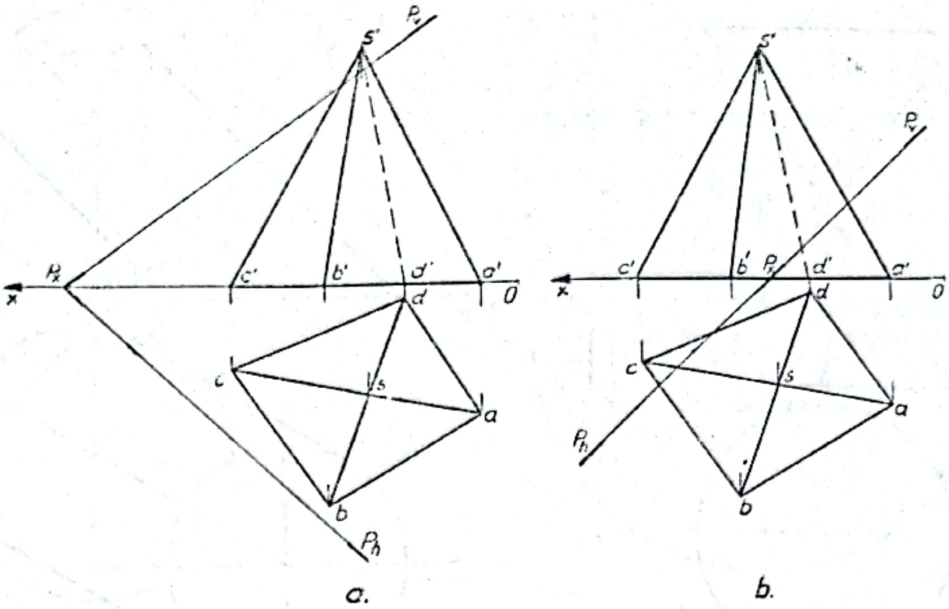


Fig. 7.32

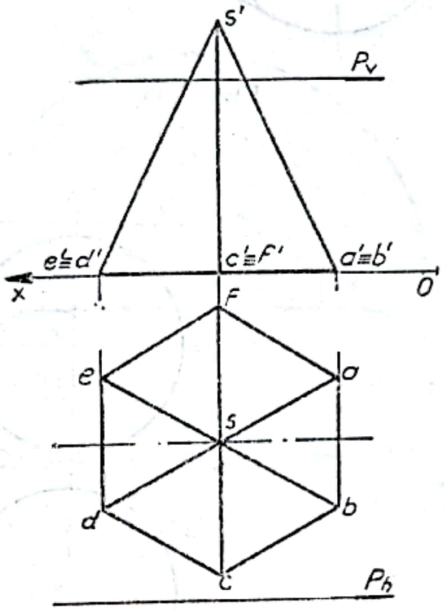


Fig. 7.33

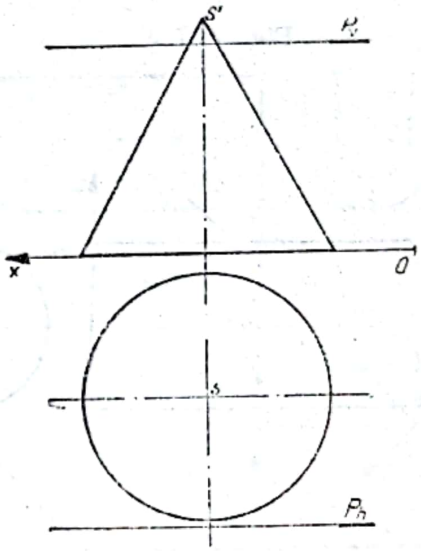


Fig. 7.34

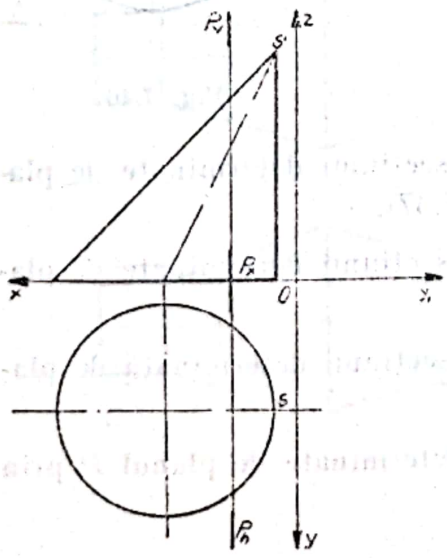


Fig. 7.35

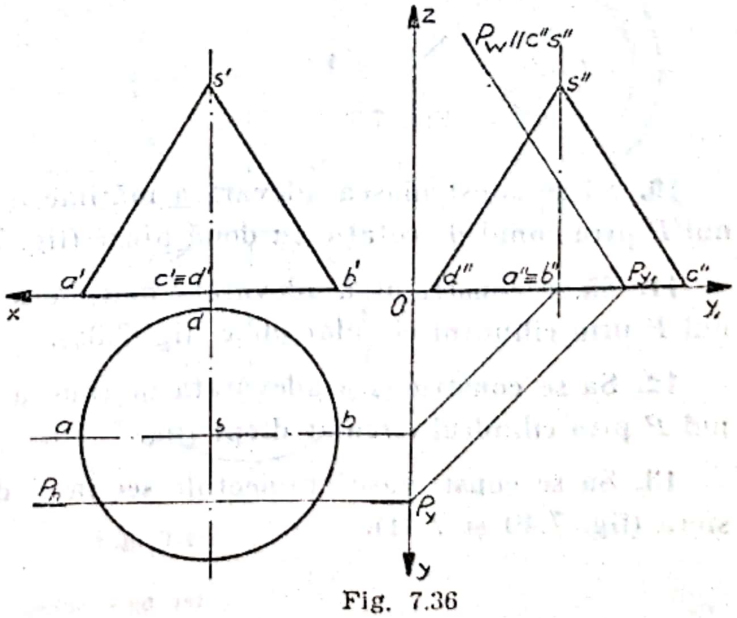


Fig. 7.36

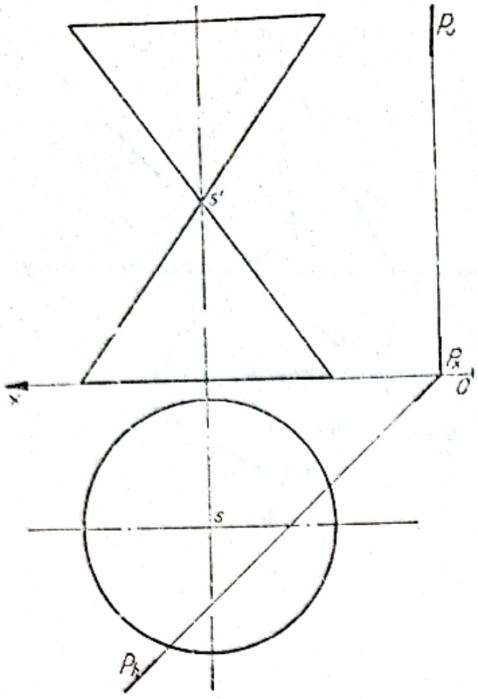


Fig. 7.37

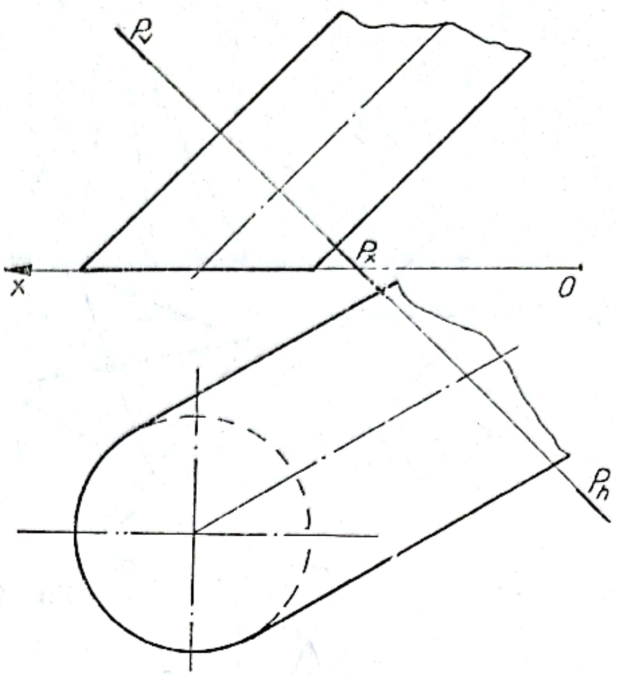


Fig. 7.38

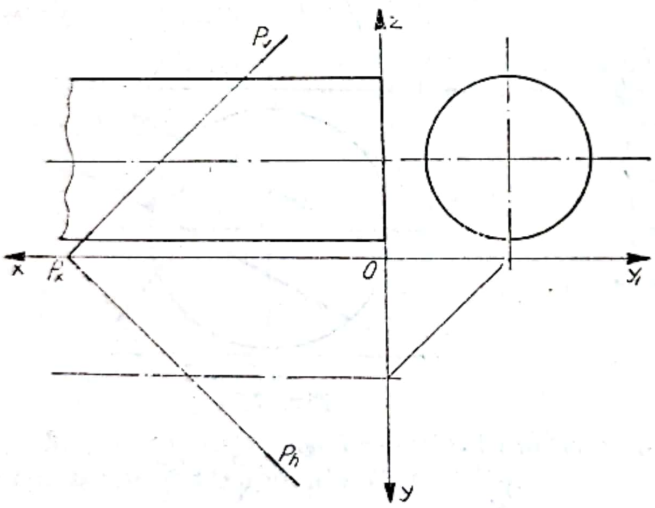


Fig. 7.39

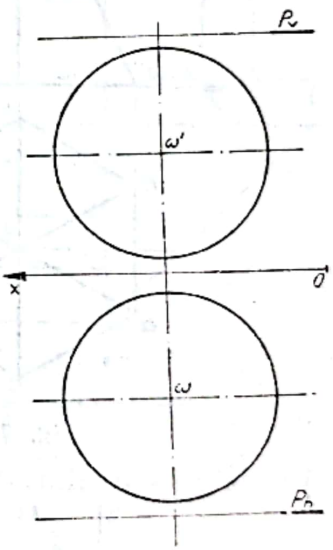


Fig. 7.40

10. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin conul de rotație cu două pînze (fig. 7.37).

11. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin cilindrul circular oblic (fig. 7.38).

12. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinată de planul P prin cilindrul circular drept (fig. 7.39).

13. Să se construiască proiecțiile secțiunii determinate de planul P prin sferă (fig. 7.40 și 7.41).

Scanned with OKEN Scanner

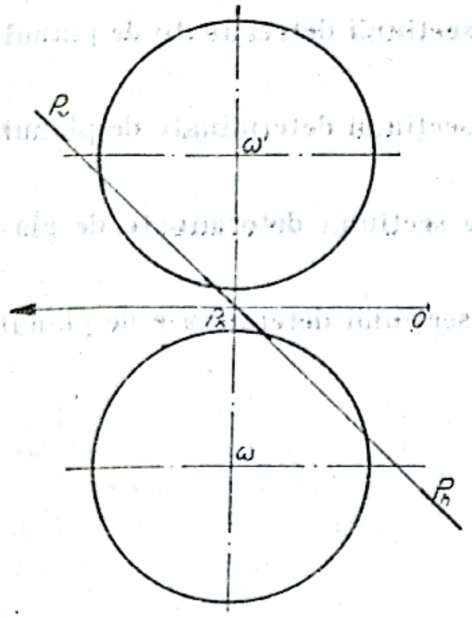


Fig. 7.41

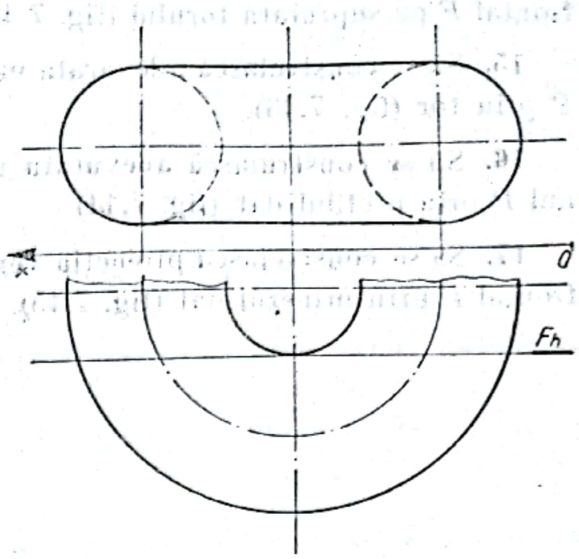


Fig. 7.42

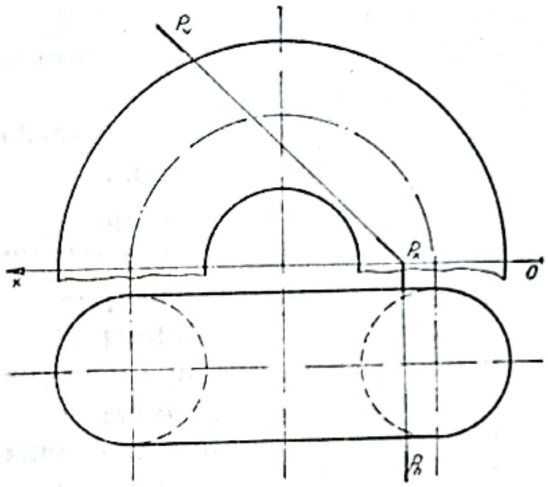


Fig. 7.43

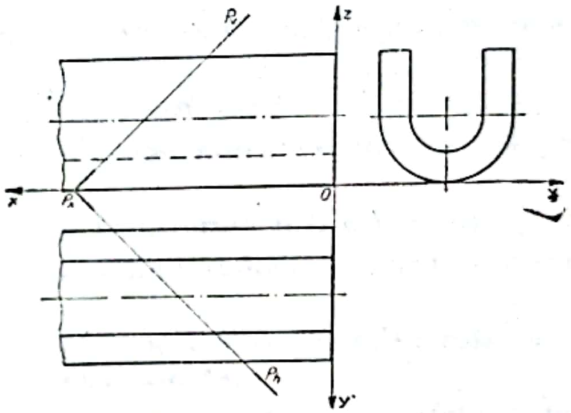


Fig. 7.44

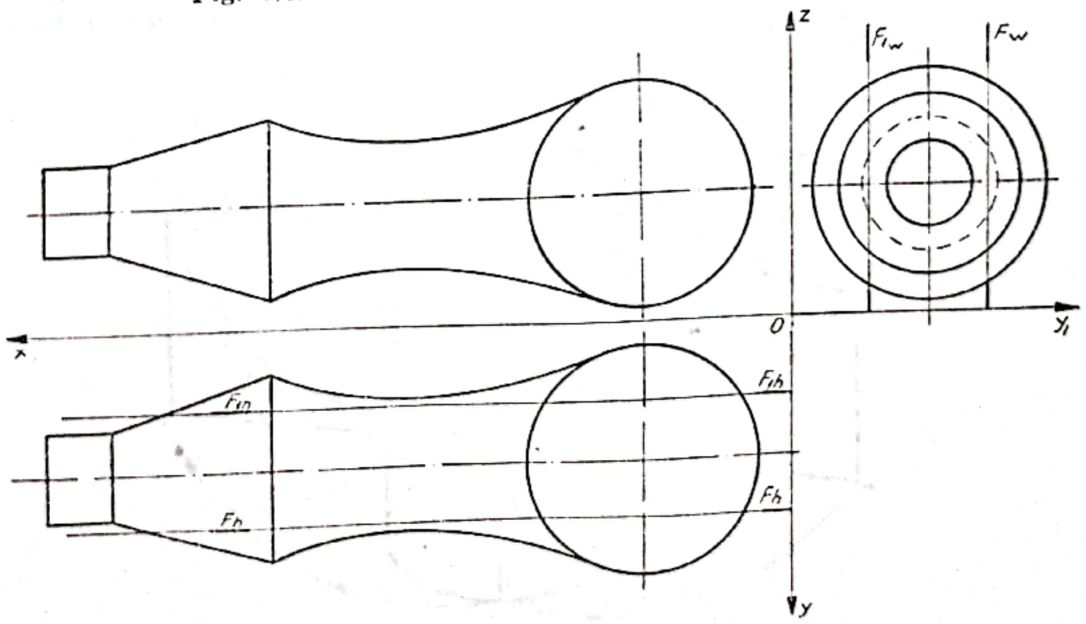


Fig. 7.45

Scanned with OKEN Scanner

14. Să se construiască proiecția verticală a secțiunii determinate de planul frontal F pe suprafața torului (fig. 7.42).

15. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin tor (fig. 7.43).

16. Să se construiască adevărata mărime a secțiunii determinate de planul P prin profilul dat (fig. 7.44).

17. Să se construiască proiecția verticală a secțiunii determinate de planul frontal F prin mînerul dat (fig. 7.45).

Scanned with OKEN Scanner

8

CONSTRUCȚIA DESFĂȘURATELOR

Se numește desfășurată, figura care se obține dacă se transpune suprafața unui corp geometric pe un plan, fără a fi supusă la eforturi (fig. 8.1).

Se numește transformată prin desfășurare, orice linie care se obține pe desfășurată, corespunzătoare aceleiași linii situate pe suprafața corpului geometric respectiv.

Construcția desfășuratelor se execută în funcție de tipul suprafeței sau de metoda utilizată, fiind cunoscute următoarele patru procedee :

1. Desfășurarea suprafețelor generate prin linii paralele, utilizată pentru suprafața prismei și cilindrului.

Pentru construcția acestor desfășurate, trebuie cunoscute următoarele elemente :

— adevărata mărime a muchiilor sau generatoarelor ;

— adevărata mărime a secțiunii normale (secțiunea perpendiculară pe muchii sau generatoare) ;

— prin desfășurare, secțiunea normală se transformă într-o linie dreaptă.

2. Desfășurarea suprafețelor generate prin linii radiale, utilizată pentru suprafața piramidei și conului.

În acest caz, pentru construcția desfășuratei, se determină adevărata mărime a muchiilor piramidei sau generatoarelor conului.

3. Desfășurarea prin triangulare, obținută prin împărțirea suprafeței date în mai multe suprafețe triunghiulare.

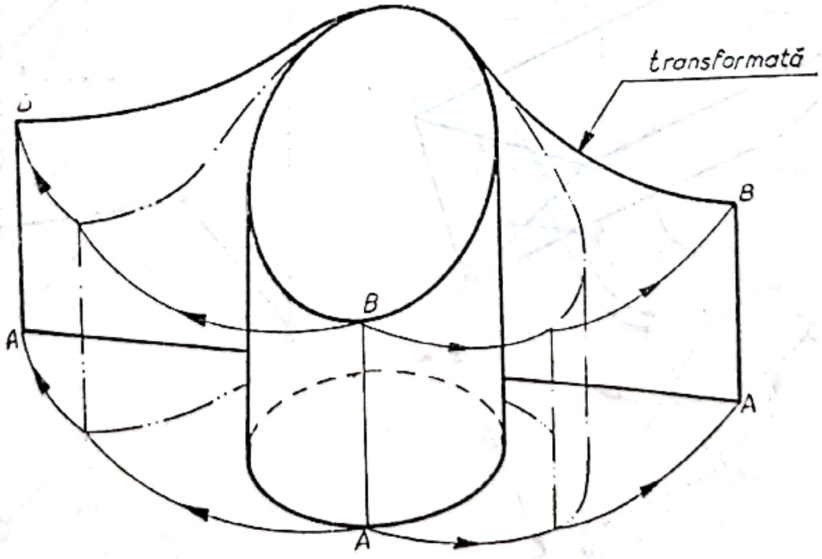


Fig. 8.1

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a construi desfășurata, este necesar să se cunoască adevărata mărime a laturilor triunghiurilor.

4. Desfășurate aproximative, utilizate pentru unele suprafețe riglate, sau pentru suprafețe cu dublă curbură.

La aceste construcții se utilizează adevărata mărime a unor linii caracteristice situate pe suprafața respectivă.

8.1. PROBLEME REZOLVATE

8.1.1. DESFĂȘURAREA SUPRAFEȚELOR CU LINII PARALELE

1. Să se construiască desfășurata prismei triunghiulare avînd bazele *ABC* și *DEF* (fig. 8.2).

Rezolvare. Pentru a determina adevărata mărime a muchiilor, se efectuează o schimbare de plan, considerînd planul vertical V_1 paralel cu muchiile prismei. Secțiunea normală este determinată de planul P, perpendicular pe muchiile prismei. Printr-o rabatere în jurul urmei orizontale P_h, se determină adevărata mărime a secțiunii normale, triunghiul $\alpha_0\beta_0\gamma_0$. Prin desfășurare, poligonul secțiunii normale se transformă într-o dreaptă. Se consideră,

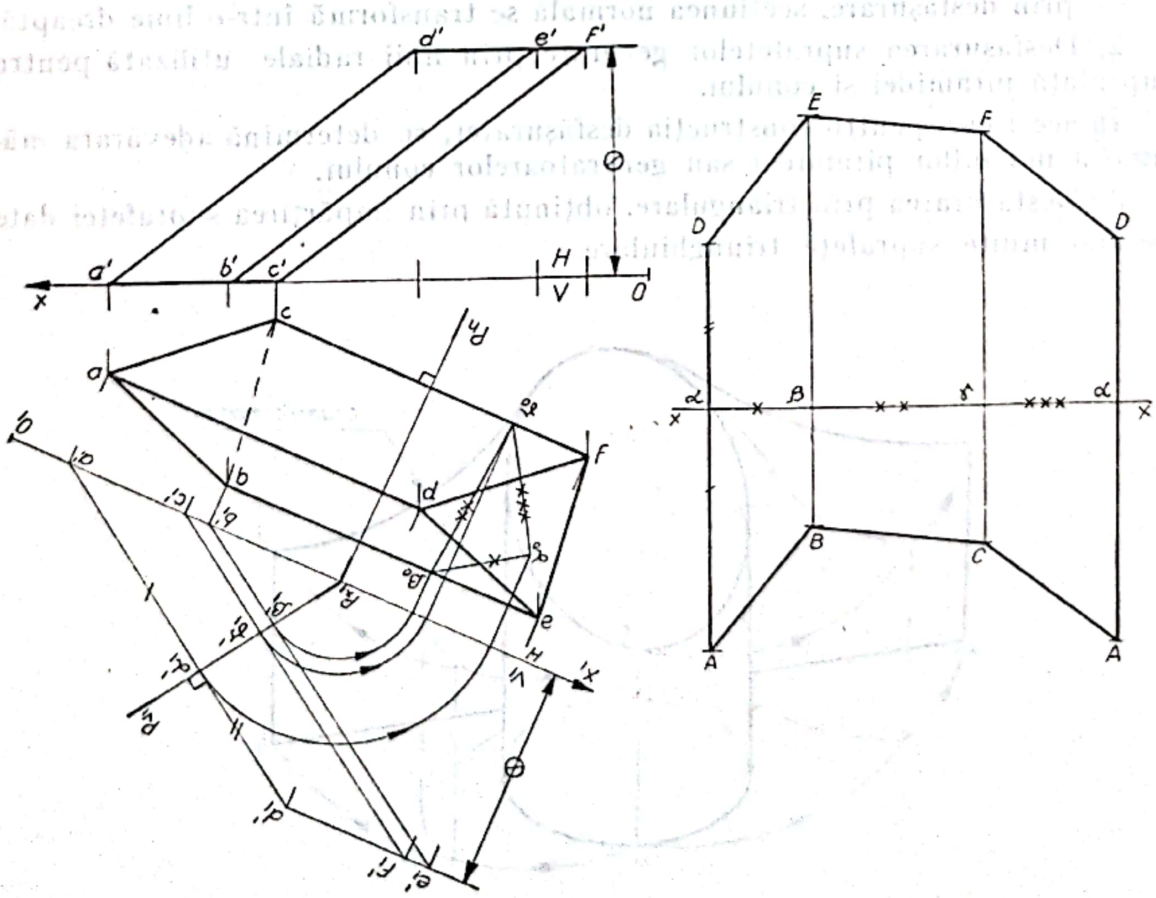


Fig. 8.2

deci, dreapta XX, pe care se ia punctul α prin care se trasează o perpendiculară pe dreapta XX. Pe această dreaptă se măsoară lungimea reală a muchiei în raport cu secțiunea normală, adică $\alpha A = \alpha_1' a_1'$ și $\alpha D = \alpha_1' d_1'$, considerînd că suprafața prismei a fost deschisă după muchia AD. Pe dreapta XX, se măsoară segmentul $\alpha\beta = \alpha_0\beta_0$, iar prin punctul β se trasează o perpendiculară pe care se măsoară muchia BE. Se repetă aceste construcții pînă se așază pe desfășurată toate fețele prismei.

2. Să se construiască desfășurata prismei patrulatere avînd baza $ABCD$ (fig. 8.3).

Rezolvare. Se determină adevărata mărime a muchiilor printr-o schimbare de plan vertical, considerînd planul V_1 paralel cu muchiile, deci axa X_1 paralelă cu proiecția orizontală a muchiilor.

Se determină adevărata mărime $1_0 2_0 3_0 4_0$ a secțiunii normale, prin rabaterea planului P pe planul orizontal.

Pe dreapta XX se așază punctele 12341, la distanțe egale cu lungimea segmentelor din adevărata mărime a secțiunii normale. Prin aceste puncte, se trasează direcțiile muchiilor perpendiculare pe transformata secțiunii normale, pe care se măsoară lungimea reală a muchiilor, în raport cu secțiunea normală.

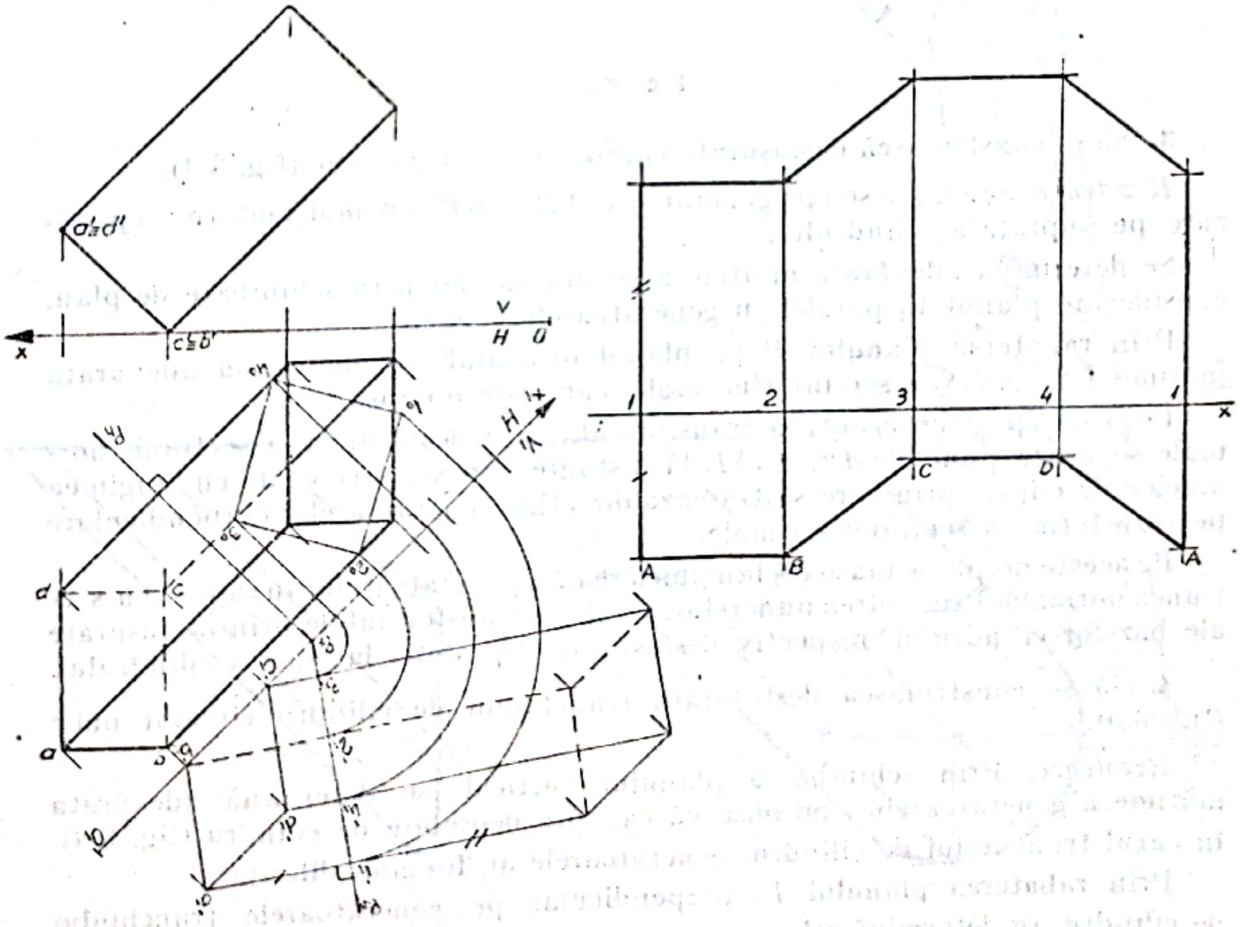


Fig. 8.3

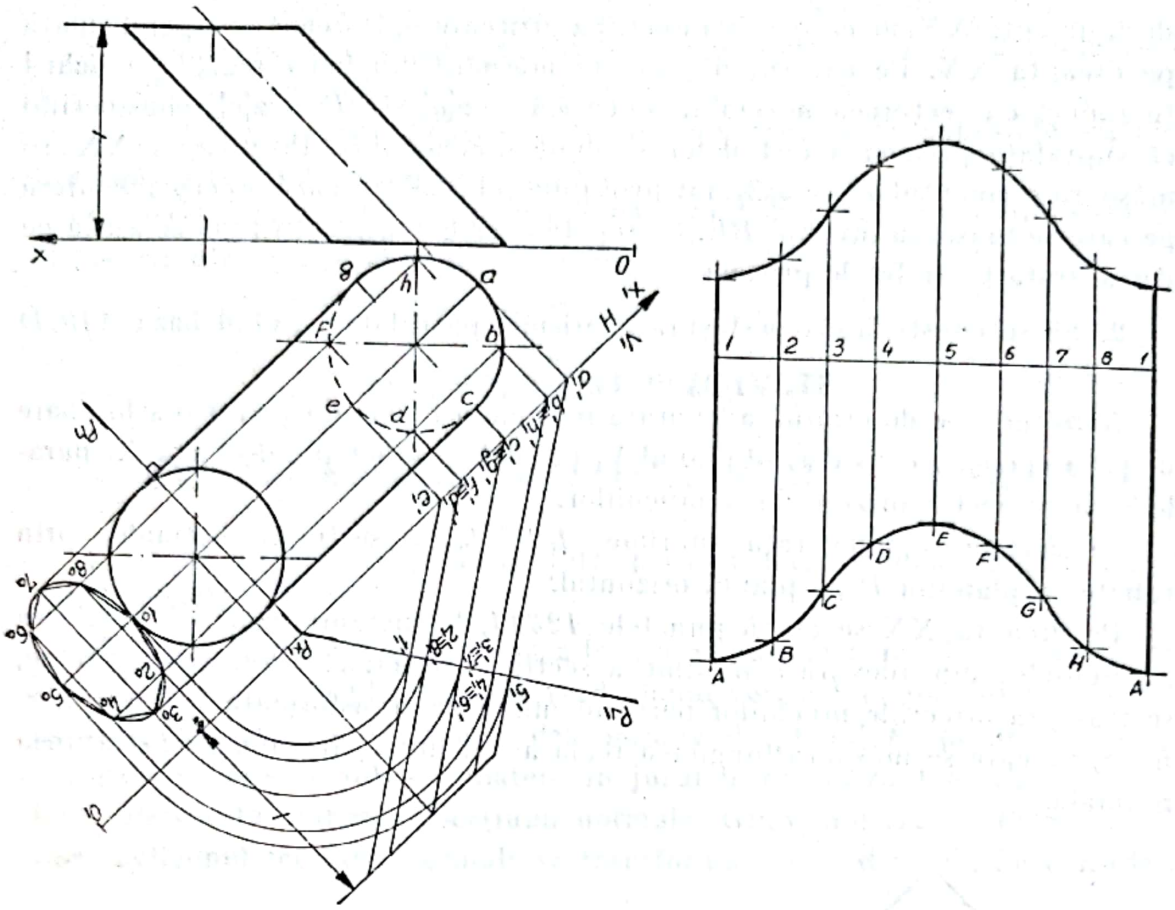


Fig. 8.4

3. Să se construiască desfășurata cilindrului circular oblic (fig. 8.4).

Rezolvare. Se stabilesc opt generatoare $AB \ldots GH$, cît mai uniform repartizate pe suprafața cilindrului.

Se determină adevărata mărime a generatoarelor prin schimbare de plan, considerînd planul V_1 paralel cu generatoarele.

Prin rabaterea planului P pe planul orizontal, se determină adevărata mărime $1_0 2_0 \ldots 7_0 8_0$ a secțiunii normale, care este o elipsă.

Pe o dreaptă reprezentînd transformata prin desfășurare a secțiunii normale se așază punctele $12 \ldots 781$, la distanțe aproximativ egale cu lungimea arcelor de elipsă, prin care se trasează direcțiile generatoarelor perpendiculare pe transformata secțiunii normale.

Pe aceste drepte se măsoară lungimea reală a generatoarelor în raport cu secțiunea normală. Prin unirea punctelor, se obțin transformatele prin desfășurare ale bazelor cilindrului, respectiv desfășurata suprafeței laterale a cilindrului.

4. Să se construiască desfășurata trunchiului de cilindru circular oblic (fig. 8.5).

Rezolvare. Prin schimbarea planului vertical, se determină adevărata mărime a generatoarelor. Se observă că, spre deosebire de cilindru (fig. 8.4), în cazul trunchiului de cilindru, generatoarele au lungimi diferite.

Prin rabaterea planului P, perpendicular pe generatoarele trunchiului de cilindru, se determină adevărata mărime a secțiunii normale.

Scanned with OKEN Scanner

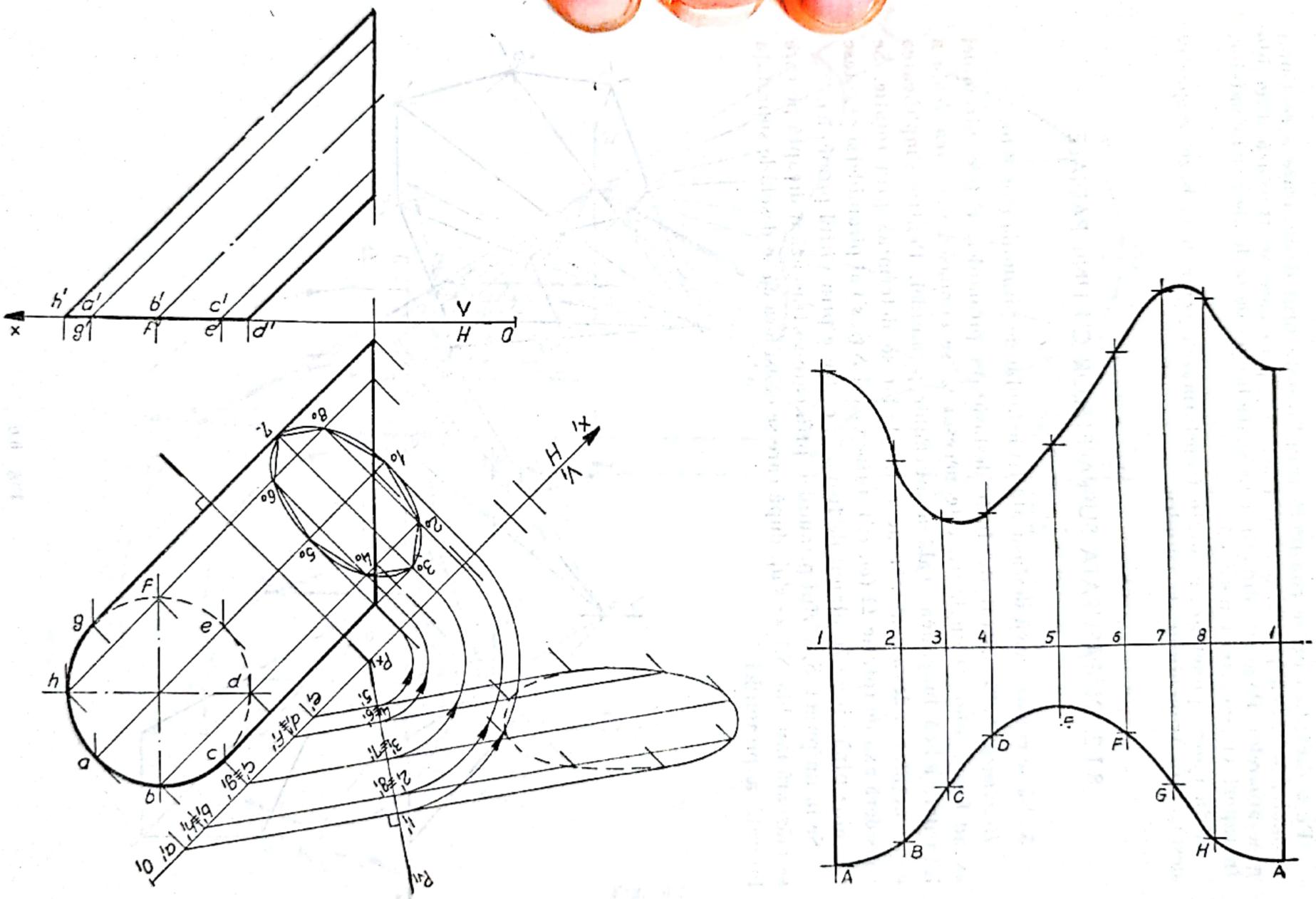


Fig. 8.5

Scanned with OKEN Scanner

Pe o dreaptă care se consideră transformată prin desfășurare a secțiunii normale, se așază punctele acestei secțiuni prin care se trasează direcțiile generatoarelor. Pe aceste direcții se măsoară lungimile reale ale generatoarelor, în raport cu secțiunea normală.

Prin unirea punctelor, se obțin transformatele celor două baze, respectiv desfășurata trunchiului de cilindru.

8.1.2. DESFĂȘURATA SUPRAFEȚELOR CU LINII RADIALE

5. Să se construiască desfășurata trunchiului de piramidă (fig. 8.6).

Rezolvare. Se construiește întîi desfășurata piramidei. Fețele piramidei avînd forma unor triunghiuri, este necesar să se cunoască mărimea reală a laturilor, adică lungimea reală a muchiilor piramidei. Pentru simplificarea construcțiilor, adevărata mărime a muchiilor se determină prin rotație. Se consideră axa de rotație Ω (ω, ω') prin vîrful S (s, s') al piramidei și se rotesc muchiile pînă ajung în planul de front F, ce trece prin vîrful piramidei.

Se ia un punct S, vîrful piramidei, prin care se trasează o dreaptă pe care se măsoară muchia $SA = s'a_1'$, după care se consideră că se deschide suprafața laterală a piramidei.

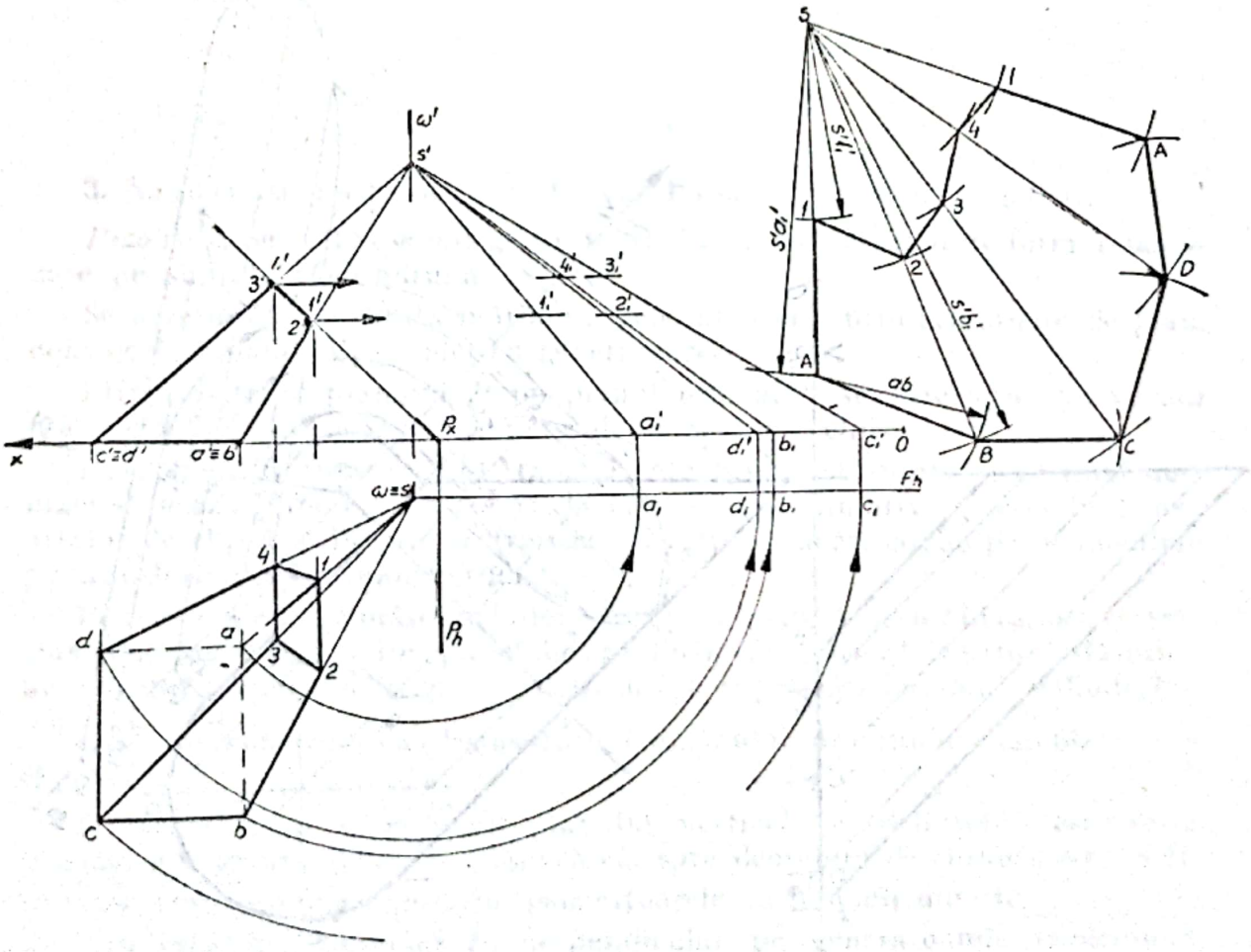


Fig. 8.6

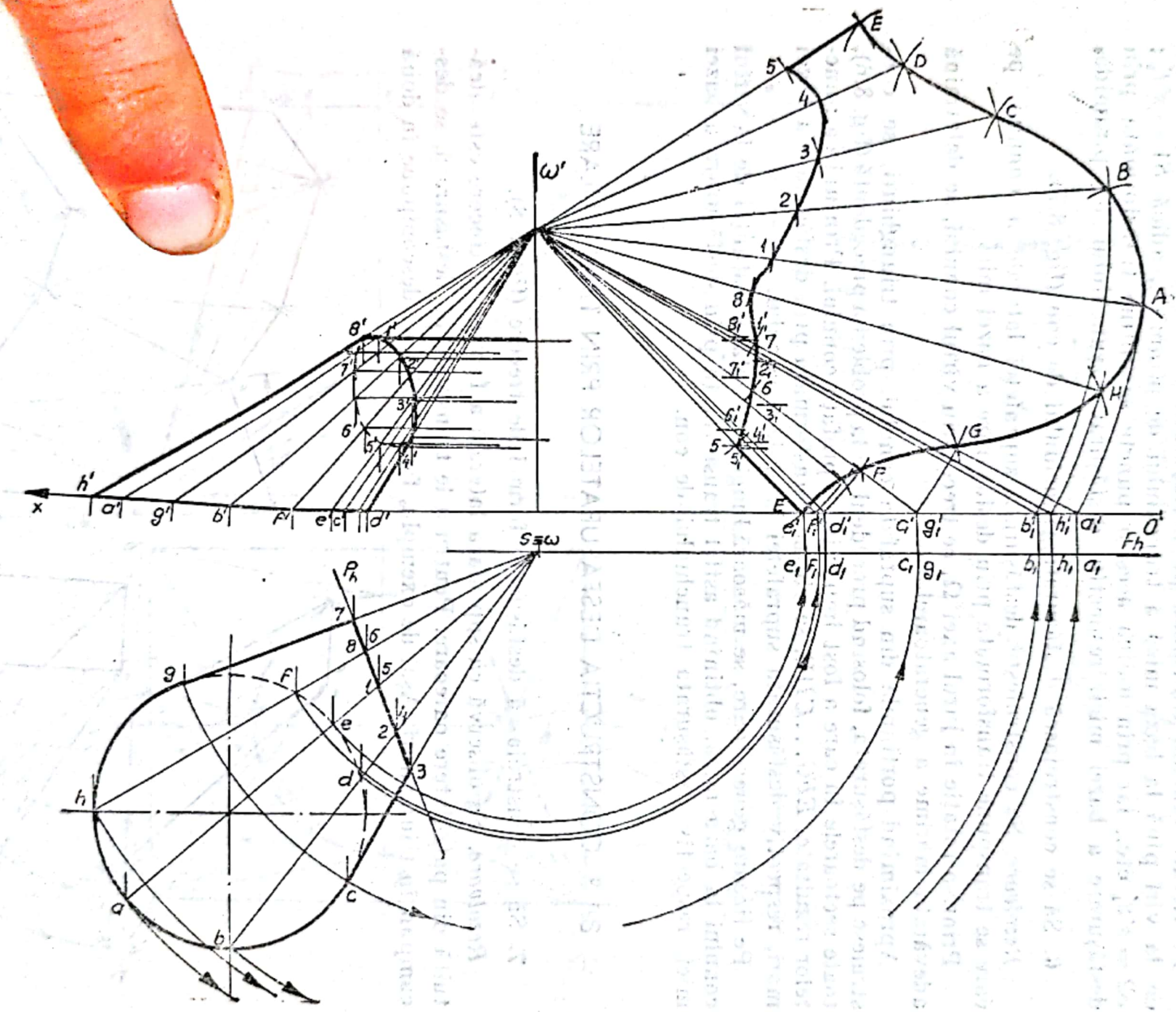


Fig. 8.7

Scanned with OKEN Scanner

Din A ca centru, cu o deschidere a compasului egală cu ab, se descrie un arc de cerc. Din S ca centru, cu o deschidere egală cu $s'b'_1$, se descrie un alt arc de cerc, care se intersectează cu primul în punctul B. Se obține astfel pe desfășurată, fața SAB. Se repetă acest procedeu pentru fiecare față, obținînd astfel desfășurata piramidei.

Pe fiecare muchie transpusă pe desfășurată se măsoară distanța reală de la vîrf pînă la baza mică a trunchiului de piramidă, adică $S1 = s'1'_1$; $S2 = s'2'_1$ etc., iar prin unirea acestor puncte se obține transformata prin desfășurare a bazei mici, respectiv desfășurata trunchiului de piramidă.

6. Să se construiască desfășurata trunchiului de con (fig. 8.7).

Rezolvare. Se construiește desfășurata suprafeței laterale a conului, pe care se transpune transformata prin desfășurare a bazei mici.

Printr-o rotație în jurul axei Ω, ce trece prin vîrful conului, se determină adevărata mărime a generatoarelor.

Aproximînd porțiunile din suprafața conului, prin triunghiuri, se construiesc pe desfășurată, folosind procedeul de la problema precedentă (fig. 8.6), toate sectoarele în care a fost împărțită suprafața conului. Prin unirea punctelor rezultate, $EFG \ldots CDE$, se obține transformata prin desfășurare a bazei mari, respectiv desfășurata suprafeței laterale a conului.

Pe fiecare generatoare, se măsoară lungimea reală a distanței de la vîrful conului la baza mică, obținînd astfel transformata prin desfășurare a bazei mici, respectiv desfășurata trunchiului de con.

8.1.3. CONSTRUCȚIA DESFĂȘURATELOR PRIN TRIANGULARE

7. Să se construiască desfășurata formei de trecere (fig. 8.8).

Rezolvare. Se observă că suprafața laterală a formei de trecere este alcătuită din patrulatere oarecare. Pentru a le transpune pe desfășurată, se descompun în triunghiuri. Așa, de exemplu, fața $ABFE$ se descompune în două

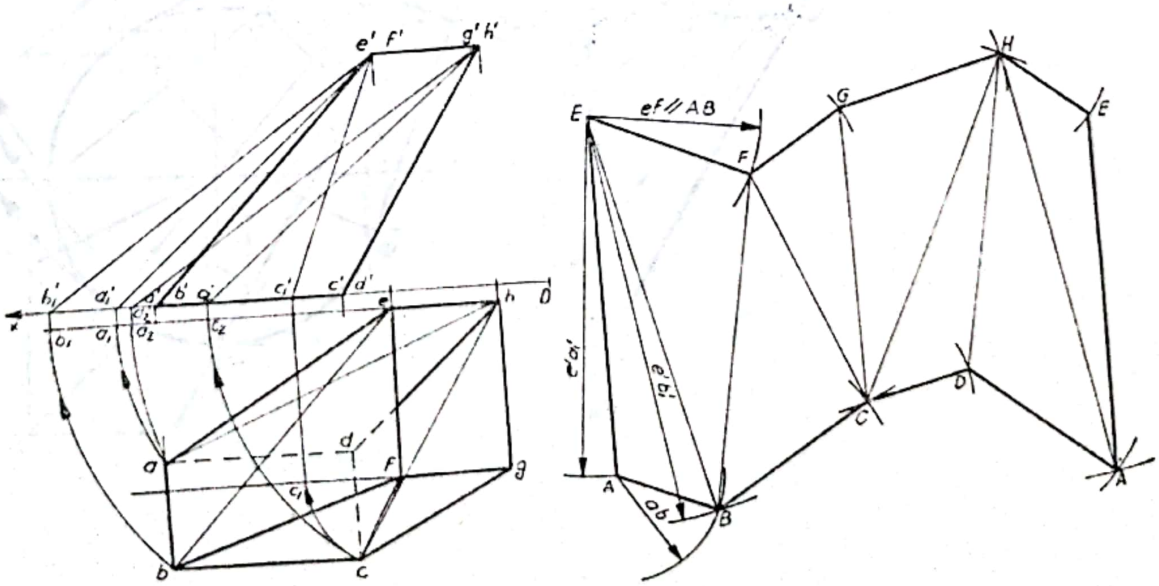


Fig. 8.8

Scanned with OKEN Scanner

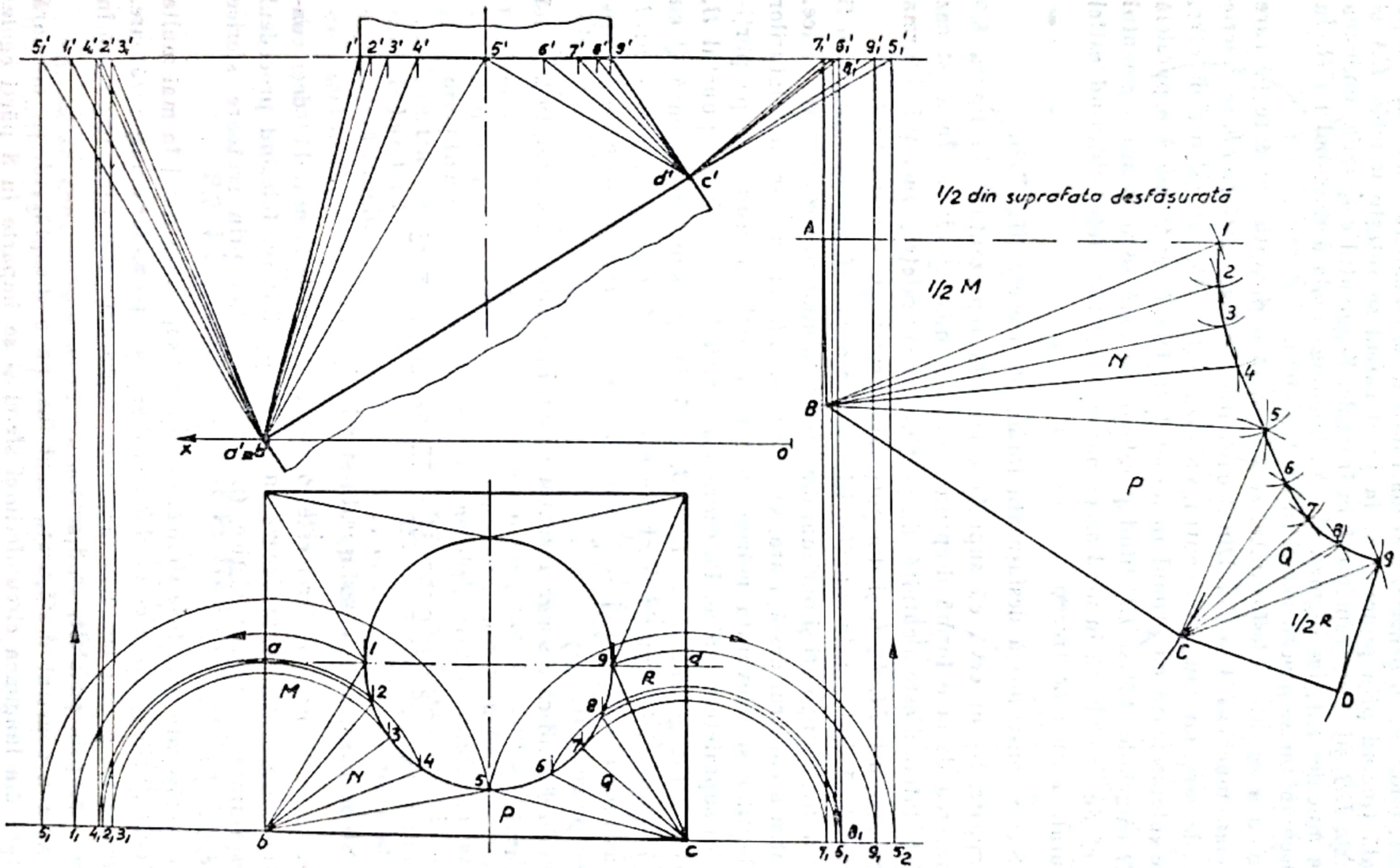


Fig. 8.9

Scanned with OKEN Scanner

triunghiuri ABE și EBF. Se determină adevărata mărime a laturilor triunghiurilor, folosind, în general, metoda rotației. Se consideră o axă de rotație verticală trecînd prin punctul E, în jurul căreia se rotește muchia EA și diagonala EB, pînă se transformă în frontale. Segmentul $e'a'_1$ redă lungimea reală a muchiei EA, iar segmentul $e'b'_1$, lungimea reală a diagonalei EB. În mod asemănător se procedează și cu celelalte fețe.

Pentru a constitui desfășurata, se consideră o dreaptă oarecare pe care se măsoară muchia $EA = e'a'_1$. Din A ca centru, cu raza egală cu ab, se descrie un arc de cerc, iar din E ca centru, cu raza $EB = e'b'_1$, un alt arc de cerc, care se intersectează cu primul în punctul B. Din E se trasează o paralelă cu AB (muchiile AB și EF fiind paralele), pe care se măsoară segmentul $EF = ef$. Se procedează în mod asemănător cu celelalte fețe, obținînd astfel desfășurata formei de trecere.

8. Să se construiască desfășurata formei de trecere (fig. 8.9).

Rezolvare. Se observă că suprafața laterală reprezentată în figura 8.9 face trecerea de la o formă dreptunghiulară la una cilindrică. În acest caz suprafața laterală este alcătuită din porțiuni de suprafețe plane, avînd forma unor triunghiuri, M, P, R și din porțiuni de suprafețe conice, $N \cdot Q$ etc.

Rezultă că desfășurata suprafeței laterale a acestei forme de trecere va fi alcătuită din triunghiuri și porțiuni din suprafața unor conuri circulare oblice.

Pentru a construi desfășurata, se determină adevărata mărime a laturilor triunghiurilor și adevărata mărime a generatoarelor considerate pe porțiunile din suprafețele conice. Pe suprafața conică N, cu vîrful în punctul B, s-au considerat generatoarele *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, iar pe suprafața conică Q cu vîrful în punctul C, s-au considerat generatoarele *5*, *6*, *7*, *8* și *9*.

Construcția desfășuratei se execută folosind procedeele descrise la problemele precedente.

Pentru simplificare s-a reprezentat numai jumătate din suprafața laterală desfășurată.

8.1.4. DESFĂȘURATE APROXIMATIVE

9. Să se construiască desfășurata sferei (fig. 8.10).

Rezolvare. Suprafața sferei este o suprafață nedesfășurabilă, deci construcția desfășuratei se realizează în mod aproximativ, folosind procedeul de desfășurare prin fuse sferice (fig. 8.10, *a*) sau prin sectoare sferice (fig. 8.10, *b*).

La desfășurata prin fuse sferice, se împarte suprafața sferei în mai multe părți egale, prin trasarea cercurilor meridiane și a paralelor corespunzătoare. În figura 8.10, *a*, prin cercurile meridiane, suprafața sferei a fost împărțită în 12 fuse, iar prin paralele, în 8 sectoare.

Pentru a construi desfășurata unui fus, pe o dreaptă AI, se măsoară jumătate din lungimea circumferinței sferei și se împarte în 8 părți egale.

Scanned with OKEN Scanner

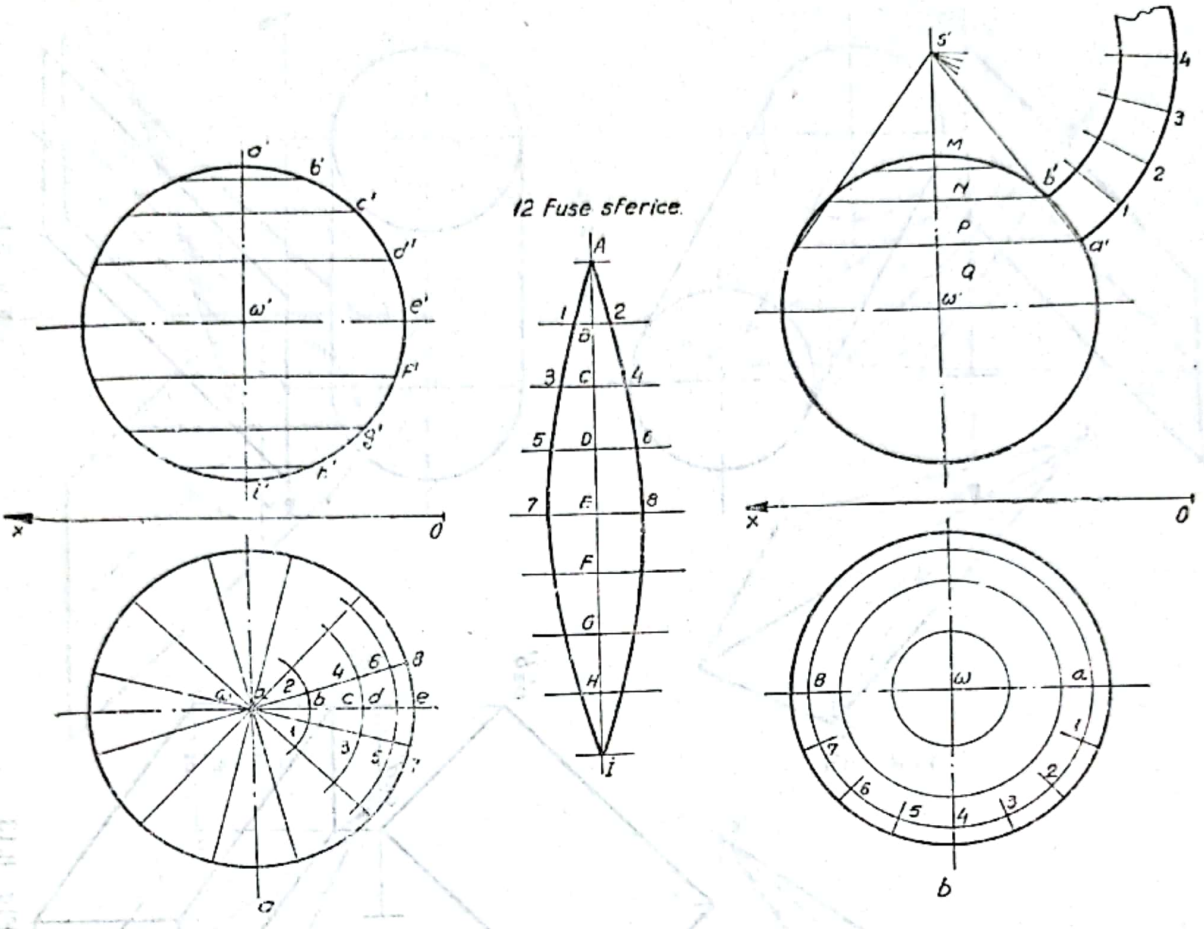


Fig. 8.10

Prin aceste puncte, se trasează dreptele perpendiculare pe segmentul AI, pe care se măsoară lungimea arcelor *12*, *34*, *56* și *78*. Prin unirea punctelor obținute se trasează curbele care delimitează un fus sferic.

La construcția desfășuratei prin sectoare sferice (fig. 10.8, *b*), se împarte suprafața sferei în mai multe părți egale, de exemplu, în 8 părți. Suprafața fiecărui sector sferic se aproximează cu o porțiune din suprafața unui con de rotații. Așa, de exemplu, pentru sectorul sferic notat cu P, dacă se prelungește dreapta $a'b'$, intersectează axa în punctul s', vîrful conului. Cu razele $s'a'$ și $s'b'$, se trasează arcele de cerc care reprezintă transformatele prin desfășurare ale bazelor trunchiului de con. Pe arcul de cerc care pleacă din punctul a' se măsoară lungimile arcelor *a1*, *12*, *23*... etc., obținînd astfel desfășurata unui sector sferic. Procedînd asemănător și cu celelalte sectoare, se determină desfășurata aproximativă a suprafeței sferei.

8.2. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască desfășuratele suprafețelor laterale ale prismelor din figurile 8.11, 8.12, și 8.13.

2. Să se construiască desfășuratele suprafețelor laterale ale cilindrilor din figurile 8.14 și 8.15.

Scanned with OKEN Scanner

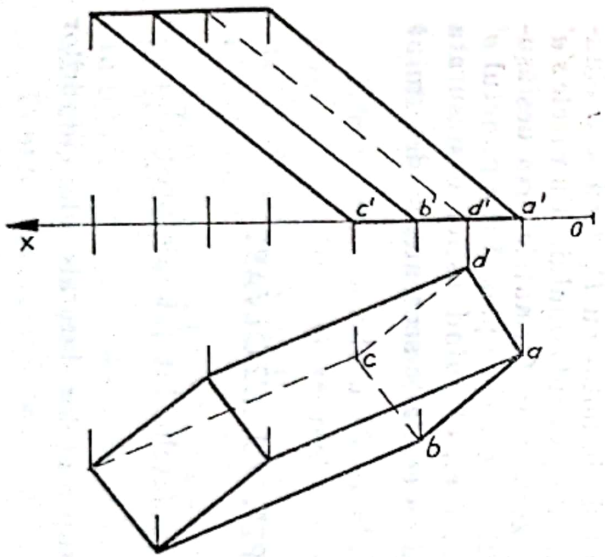


Fig. 8.11

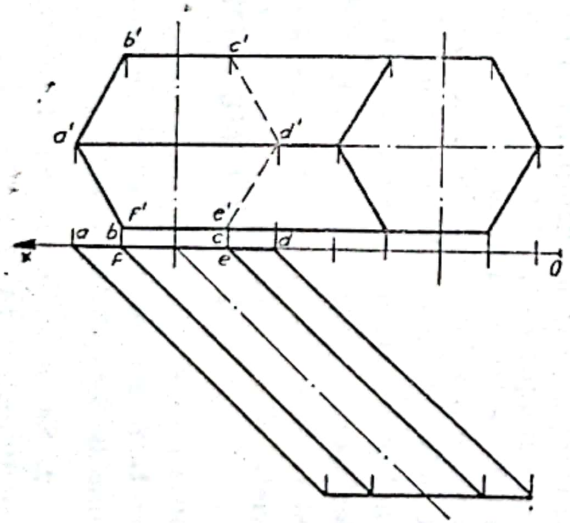


Fig. 8.12

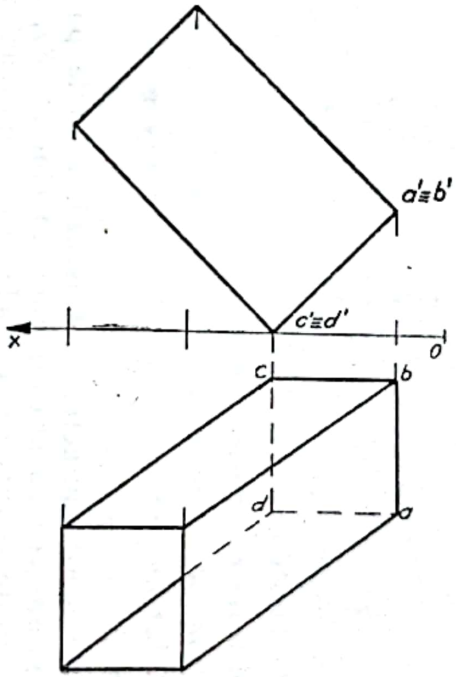


Fig. 8.13

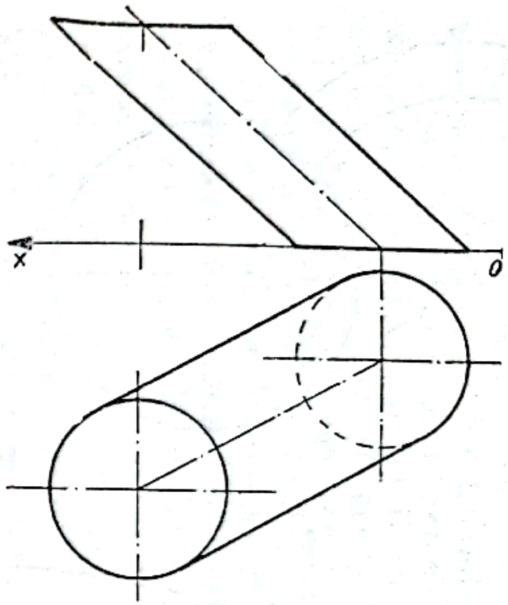


Fig. 8.14

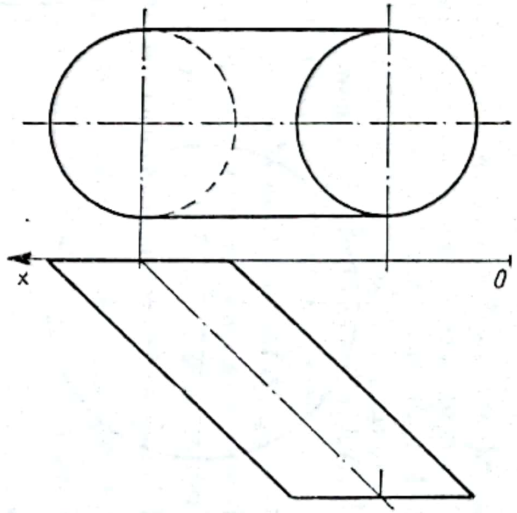


Fig. 8.15

Scanned with OKEN Scanner

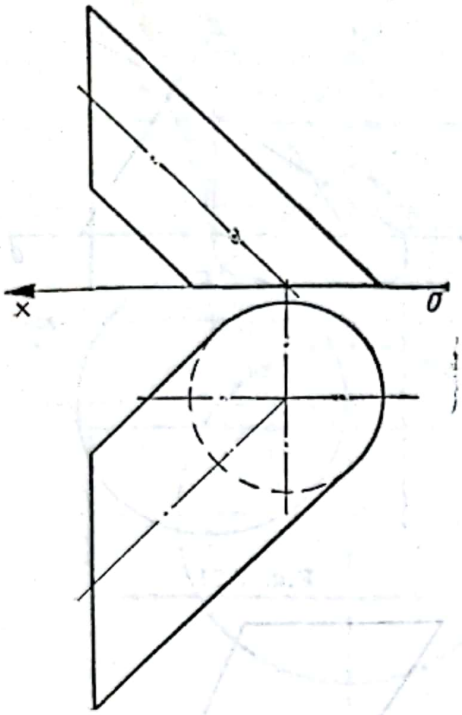


Fig. 8.16

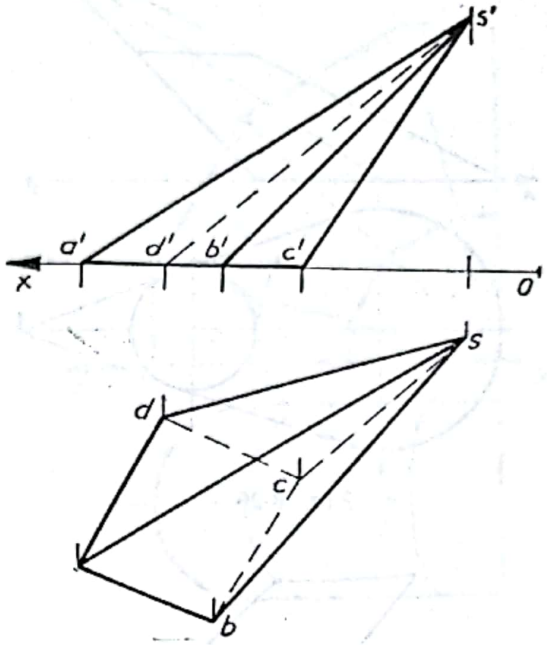


Fig. 8.17

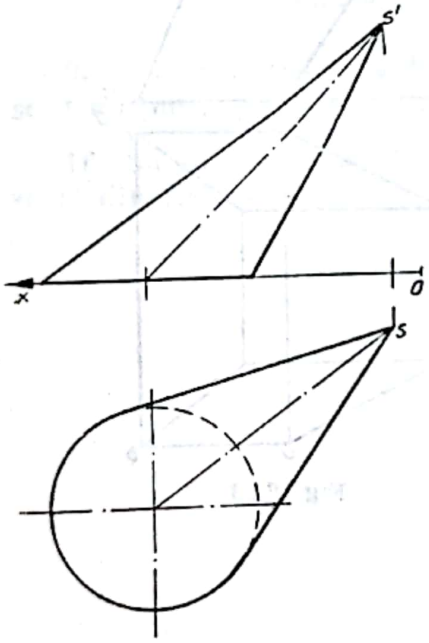


Fig. 8.18

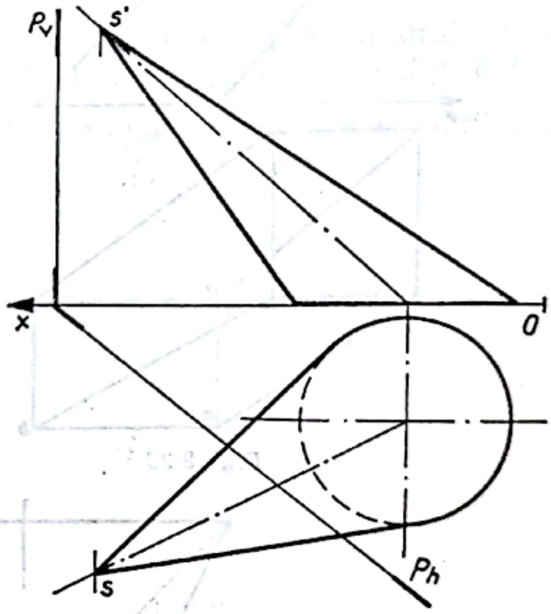


Fig. 8.19

3. Să se construiască desfășurata trunchiului de cilindru din figura 8.16.

4. Să se construiască desfășurata piramidei din figura 8.17.

5. Să se construiască desfășurata trunchiului de piramidă din figura 7.33.

6. Să se construiască desfășurata suprafeței laterale a conului circular oblic (fig. 8.18).

7. Să se construiască desfășuratele trunchiurilor de con din figurile 8.19, 8.20 și 8.21.

8. Să se construiască desfășuratele formelor de trecere din figurile 8.22, 8.23 și 8.24.

Scanned with OKEN Scanner

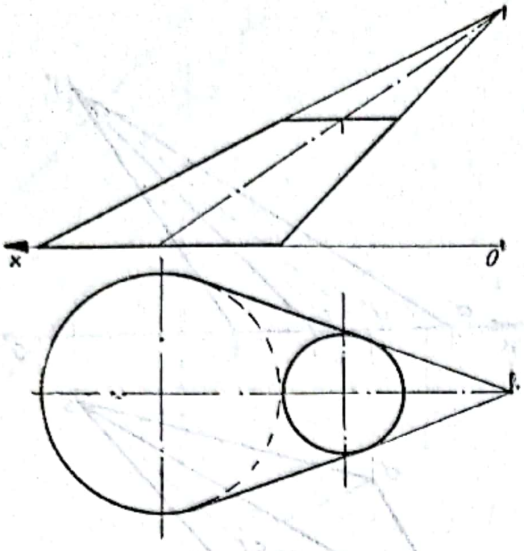


Fig. 8.20

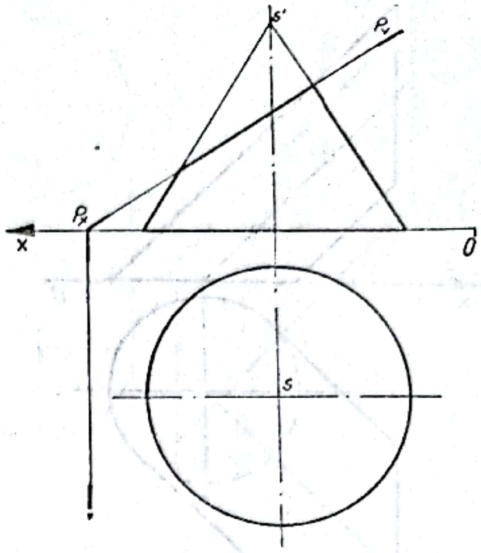


Fig. 8.21

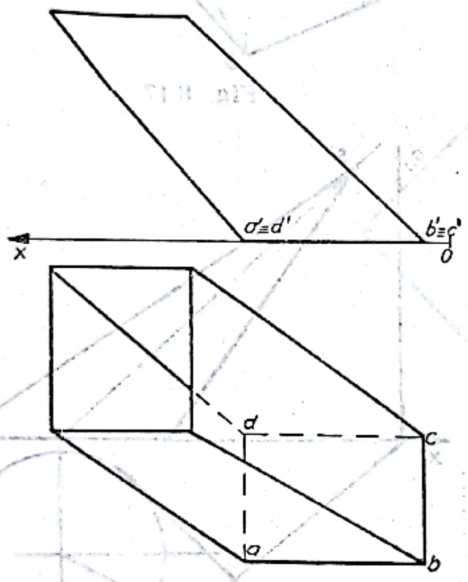


Fig. 8.22

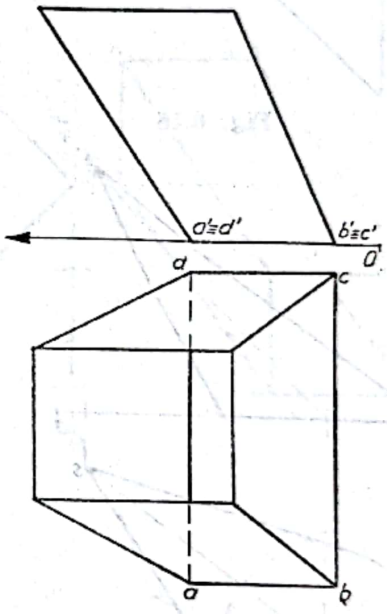


Fig. 8.23

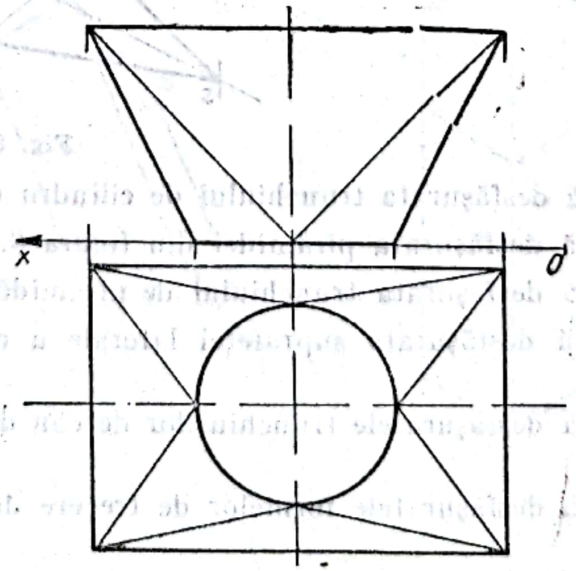


Fig. 8.24

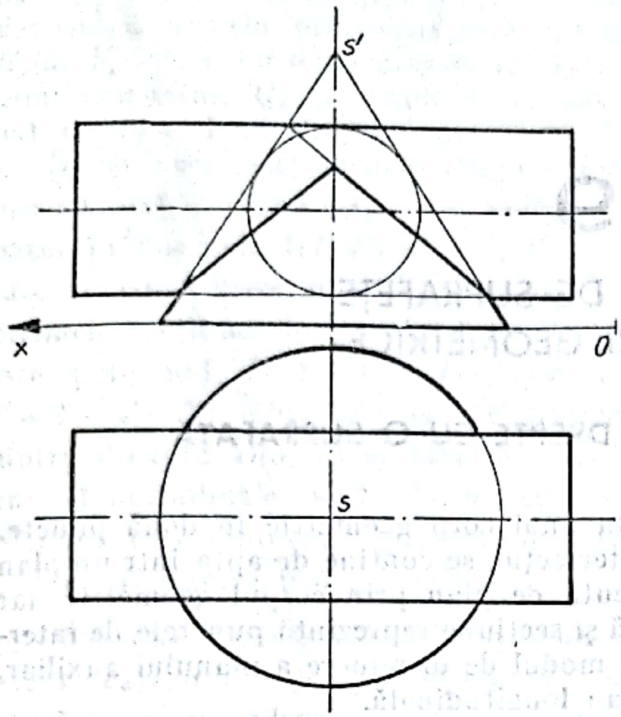


Fig. 8.25

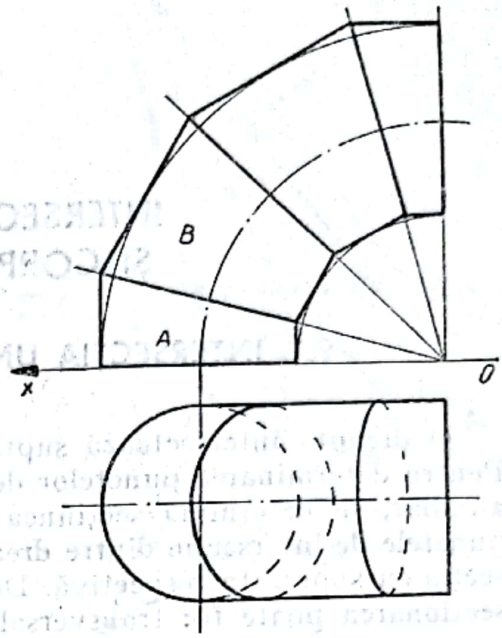


Fig. 8.26

9. Să se construiască desfășuratele trunchiului de con și a cilindrului și să se transpună pe desfășurate transformata liniei de intersecție (fig. 8.2.5).

10. Să se construiască desfășurata suprafețelor laterale ale cilindrilor *A* și *B* din figura 8.26.

9

INTERSECȚII DE SUPRAFEȚE ȘI CORPURI GEOMETRICE

9.1. INTERSECȚIA UNEI DREPTE CU O SUPRAFAȚĂ

O dreaptă intersectează suprafața unui corp geometric în două puncte. Pentru determinarea punctelor de intersecție, se conține dreapta într-un plan auxiliar, se determină secțiunea făcută de plan prin corpul geometric, iar punctele de intersecție dintre dreaptă și secțiune reprezintă punctele de intersecție cu suprafața respectivă. După modul de dispunere a planului auxiliar, secționarea poate fi : transversală sau longitudinală.

9.1.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se determine punctele în care dreapta $D(d, d')$ intersectează prisma $ABCA_1B_1C_1$ $(abca_1b_1c_1,\ a'b'c'a_1'b_1'c_1')$ reprezentate ca în epura din figura 9.1.

Rezolvare. Pe dreapta $D(d, d')$ se alege un punct arbitrar $K(k, k')$ prin care se construiește dreapta $D_1(d_1, d_1')$, paralelă cu muchiile prismei. Deoarece

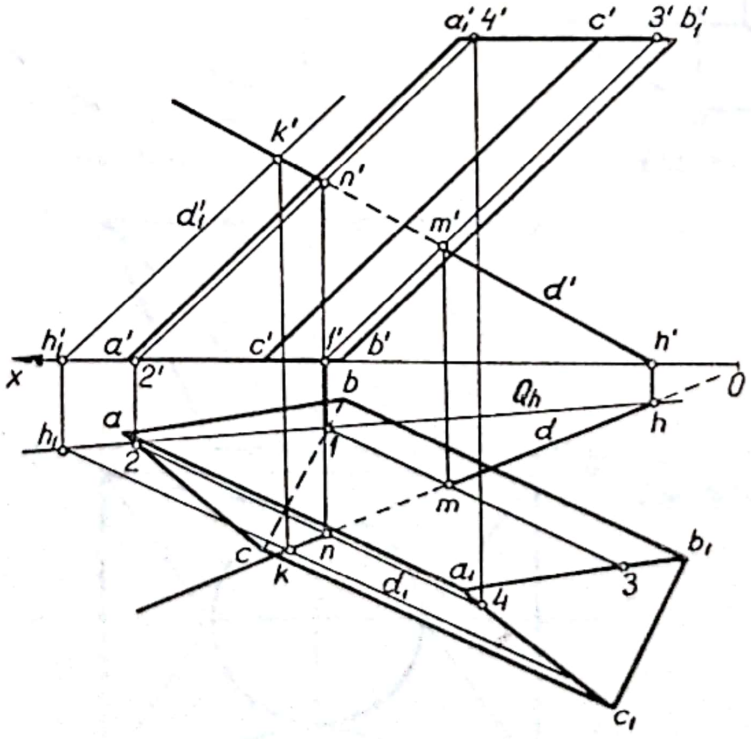


Fig. 9.1

Scanned with OKEN Scanner

baza prismei se află conținută în $[H]$, se determină urmele orizontale $H(h, h')$ și $H_1(h_1, h_1')$ ale celor două drepte, respectiv urma orizontală Q_h a planului determinat de cele două drepte concurente D și D_1 și care secționează longitudinal prisma dată. Urma Q_h taie poligonul bazei în punctele $1(1, 1')$ și $2(2, 2')$ din care se construiesc paralele la muchiile prismei. Secțiunea longitudinală realizată este poligonul $1-2-4-3(1-2-4-3, 1'-2'-4'-3')$. Punctele de intersecție dintre dreapta $D(d, d')$ și laturile secțiunii longitudinale sînt $M(m, m')$ și $N(n, n')$, care reprezintă punctele în care dreapta D intersectează prisma.

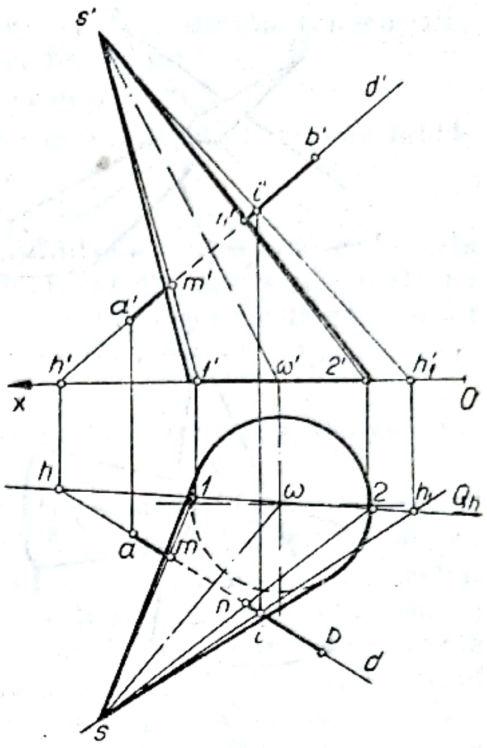


Fig. 9.2

Observație. Pentru a determina punctele în care o dreaptă intersectează un cilindru, se procedează în mod analog.

2. Se dă conul oblic cu cercul de bază conținut în planul orizontal de proiecție, avînd centrul în Ω și vîrful în S. Să se determine punctele în care dreapta $D(d, d')$ intersectează conul dat.

Rezolvare. Prin dreapta $D(d, d')$ se consideră un plan auxiliar Q, care să determine o secțiune longitudinală prin con, adică un plan care să secționeze conul după două generatoare. Prin vîrful conului se duce o dreaptă concurentă cu dreapta D în punctul I (i, i'). Se determină urmele orizontale $H(h, h')$ și $H_1(h_1, h_1')$ ale celor două drepte, respectiv urma orizontală Q_h a planului. Planul Q intersectează baza conului în punctele 1 și 2 și secționează conul după generatoarele $1S$ și $2S$. Dreapta D intersectează suprafața conului în cele două puncte $M(m, m')$ și $N(n, n')$. Ținînd seama de vizibilitatea punctelor M și N, se determină vizibilitatea dreptei pentru fiecare proiecție.

Observație. Pentru a determina punctele în care o dreaptă intersectează o piramidă, se procedează în mod similar.

9.2. INTERSECȚII DE CORPURI GEOMETRICE

Intersecția corpurilor geometrice, respectiv a suprafețelor care delimitează aceste corpuri se face prin determinarea punctelor comune suprafețelor. Pentru aceasta, se folosesc suprafețe auxiliare (suprafețe plane sau sferice) astfel alese încît să intersecteze suprafețele după linii ce pot fi construite direct.

Scanned with OKEN Scanner

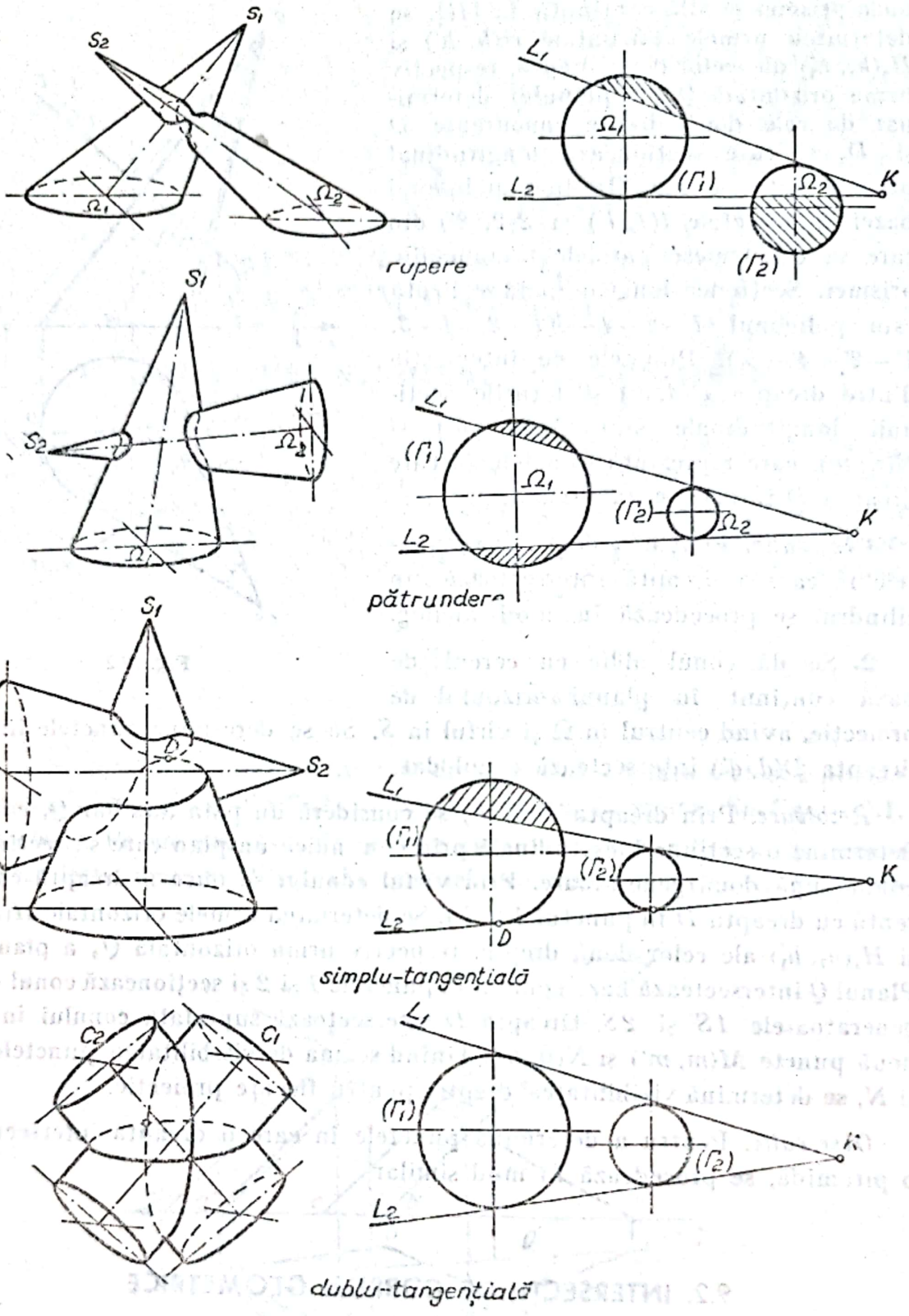


Fig. 9.3

Etapele care se parcurg în rezolvarea problemelor de intersecție de corpuri geometrice sînt următoarele :

— determinarea planelor auxiliare care realizează secțiuni longitudinale în cele două corpuri geometrice ;

Scanned with OKEN Scanner

— stabilirea formei intersecției (pătrundere, rupere, simplu tangențiale, dublu tangențiale), utilizînd planele limită (v. fig. 9.3);

— determinarea punctelor curente ale intersecției;

— stabilirea ordinii de unire a punctelor curente, utilizînd metoda mobilului sau metoda desfășuratei convenționale;

— determinarea vizibilității care se referă la:

— vizibilitatea liniei de intersecție, avînd în vedere că dacă cele două suprafețe care determină linia de intersecție sînt vizibile, atunci și linia de intersecție este vizibilă, contrar intersecția este nevăzută;

— vizibilitatea muchiilor sau a generatoarelor care participă la intersecție;

— vizibilitatea muchiilor sau a generatoarelor care nu participă la intersecție.

Metoda mobilului, necesară pentru stabilirea ordinii de unire a punctelor determinate și care aparțin liniei de intersecție, constă din următoarele:

Se consideră un punct mobil M, care se deplasează pe linia de intersecție, și două puncte m_1 și m_2, care se deplasează pe bazele (curbele directoare) corpurilor ce se intersectează, simultan, cu punctul M. Toate cele trei puncte mobile trebuie să fie situate în același plan auxiliar, punctele m_1 și m_2 fiind obligate să execute un contur închis, parcurgînd toată porțiunea de suprafață care participă la intersecție. Punctele m_1 și m_2 nu pot trece peste zonele de neintersecție determinate de planele limită.

Punctele curente ale intersecției se scriu într-un tabel, care cuprinde notații pentru:

— muchiile sau generatoarele suprafețelor;

— punctele curente ale intersecției;

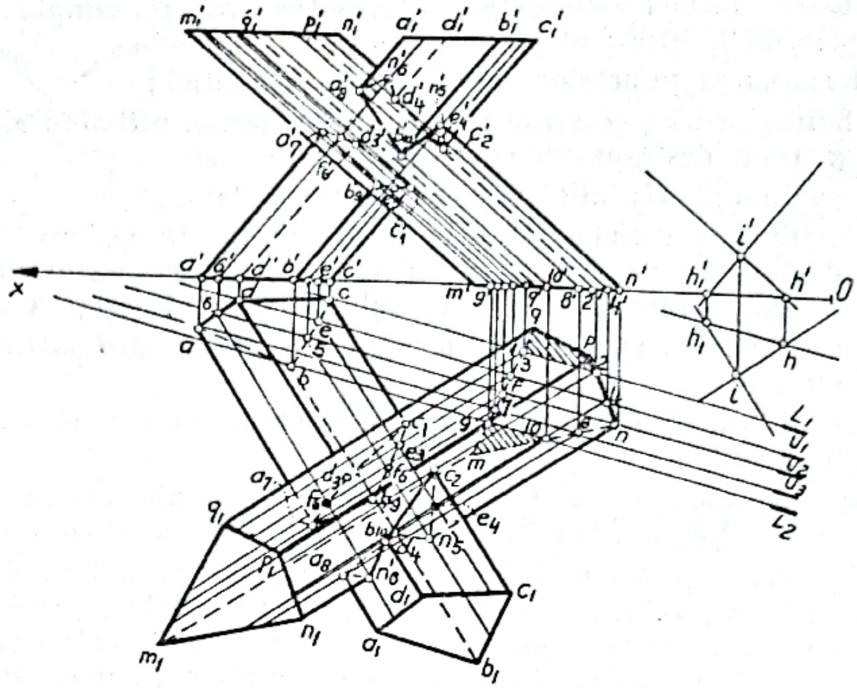
— vizibilitatea punctelor de intersecție atît în $[H]$ cît și în $[V]$, notînd cu semnul (+) „vizibil", iar cu semnul (—) „nevizibil".

9.2.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se construiască intersecția dintre prismele oarecare $ABCDA_1B_1C_1D_1$ și $MNPQM_1N_1P_1Q_1$, determinate de coordonatele $A(102, 9, 0)$, $B(87, 15, 0)$, $C(81, 3, 0)$, $D(96, 4, 0)$ și $A_1(71, 59, 42)$, $M(57, 28, 0)$, $N(34, 23, 0)$, $P(38,11, 0)$, $Q(48, 7, 0)$ și $M_1(106, 63, 42)$. Muchiile prismelor sînt paralele și egale respectiv cu AA_1 și MM_1.

Rezolvare. Pentru construirea planelor auxiliare care să efectueze simultan secțiuni longitudinale în ambele prisme, așa cum se observă în epura din figura 9.4, se alege arbitrar un punct $I(i, i')$ în partea liberă rămasă, iar prin acest punct se duc paralele la muchiile celor două prisme. Deoarece prismele au bazele în $[H]$, se vor determina urmele orizontale $H(h, h')$ și $H_1(h_1, h_1')$ ale acestor două drepte, iar prin $\underline{h}$ și $\underline{h_1}$ se duce o dreaptă care reprezintă direcția urmelor orizontale ale planelor auxiliare. După trasarea urmelor orizontale ale planelor limită L_1 și L_2, se observă că intersecția este o pătrundere. Se mai alege un număr convenabil de plane auxiliare utile (U_1, U_2, U_3). Aceste plane vor determina pe bazele prismelor puncte de intersecție notate convenabil cu litere, respectiv cu cifre. Din punctele determinate de același plan auxiliar pe cele două baze, se ridică paralele la muchii care vor determina

Scanned with OKEN Scanner



Prism. ABCD		c	e	5		b	a	6	d	c	c	e	5		b	a	6	d	c
Prism MNPQ		1	3	f	7	9	7	f	3	1	2	4	n	8	10	8	n	4	2
		c_1	e_3	f_5		b_9	a_7	f_6	d_3	c_1	c_2	e_4	n_5		b_{10}	a_8	n_6	d_4	c_2
vizibilitatea în planul	H	+	−	−		−	+	+	+	+	+	−	−		−	+	+	+	+
		−	−	+		−	−	+		−	−	+	+		−	−	+	+	+
		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	V	+	+	+		+	+	−		+	+	+	+		+	+	−	−	+
		−	−	−		−	−	−		−	−	−	−		+	+	+	−	−
		−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	−	−

Fig. 9.4

perechi de puncte de intersecţie, acestea fiind punctele liniei de intersecţie căutate.

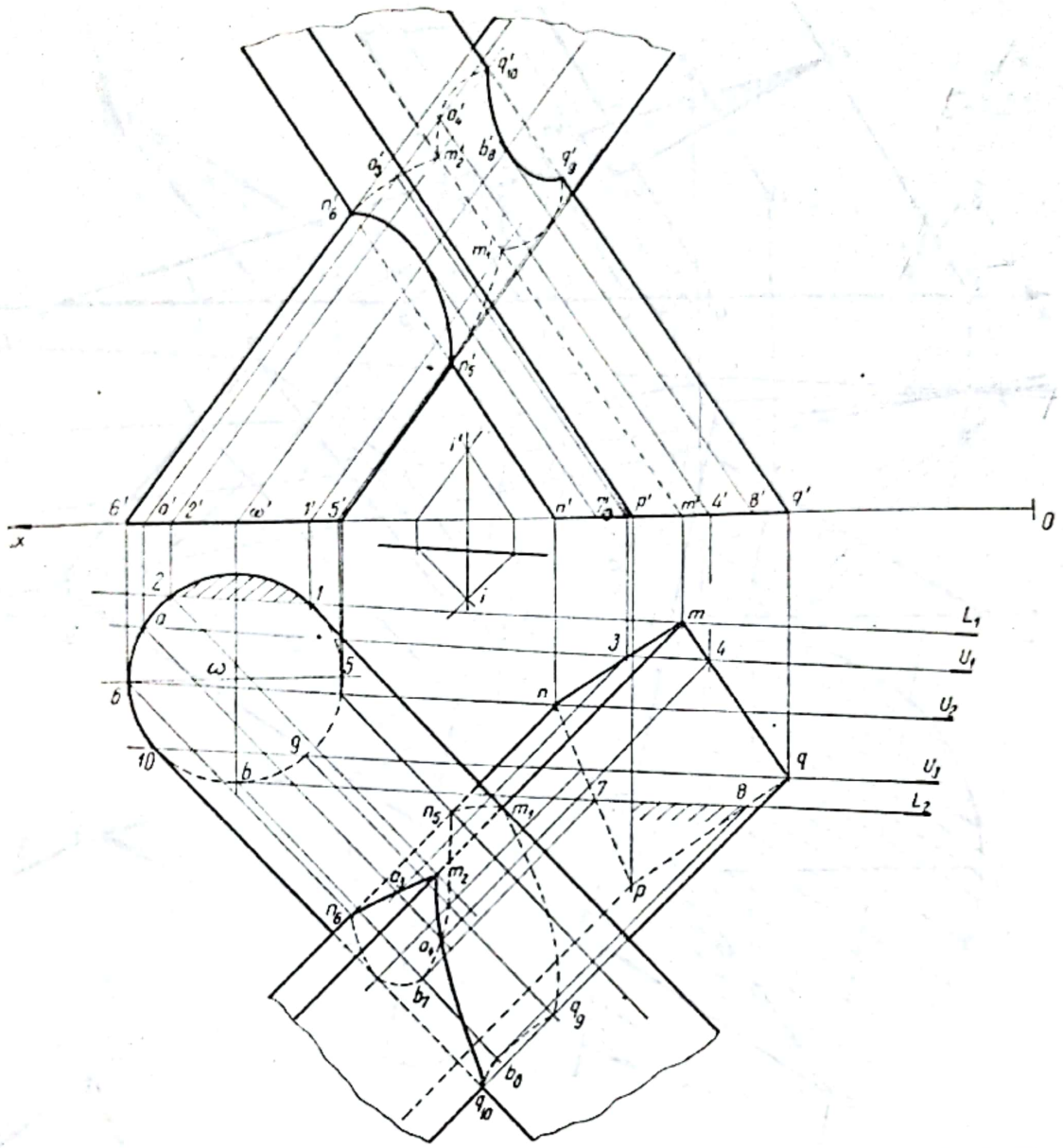
Modul de unire a acestor puncte de intersecţie, precum şi vizibilitatea sînt stabilite în baza metodei mobilului şi sînt înscrise în tabelul alăturat epurei prezentate în figura 9.4.

2. Să se rezolve intersecţia dintre cilindrul $C(\Omega)$ şi prisma oblică $MNPQ$ ($mnpq$, $m'n'p'q'$), cunoscînd centrul cercului director al cilindrului $\Omega(150, 30, 0)$, raza cercului $R = 20$ mm şi $M(65, 20, 0)$, $N(90, 35, 0)$, $P(75, 70, 0)$, $Q(45, 50, 0)$. Se cunoaşte că înclinaţia generatoarelor cilindrului este dată de dreapta ΩE, unde $E(125, 55, 35)$ iar muchiile prismei sînt paralele cu direcţia NF, unde $F(138, 85, 80)$.

Rezolvare. Direcţia planelor limită şi auxiliare se face construind în punctul $I(i, i')$ ales arbitrar (fig. 9.5) două drepte paralele la muchiile prismei, respectiv la generatoarele cilindrului ; prin unirea proiecţiilor orizontale ale urmelor orizontale ale acestor drepte, rezultă direcţia căutată. Ducînd planele limită L_1 şi L_2, se observă că intersecţia este o rupere.

3. Să se efectueze intersecţia dintre piramida $SMNP(smnp, s'm'n'p')$ şi prisma $ABC(abc, a'b'c')$, cunoscînd coordonatele $A(130, 15, 0)$, $B(95, 20, 0)$, $C(115, 45, 0)$, $M(50, 10, 0)$, $N(15, 50, 0)$, $P(75, 30, 0)$ şi $S(145, 140, 44)$. Se

Scanned with OKEN Scanner



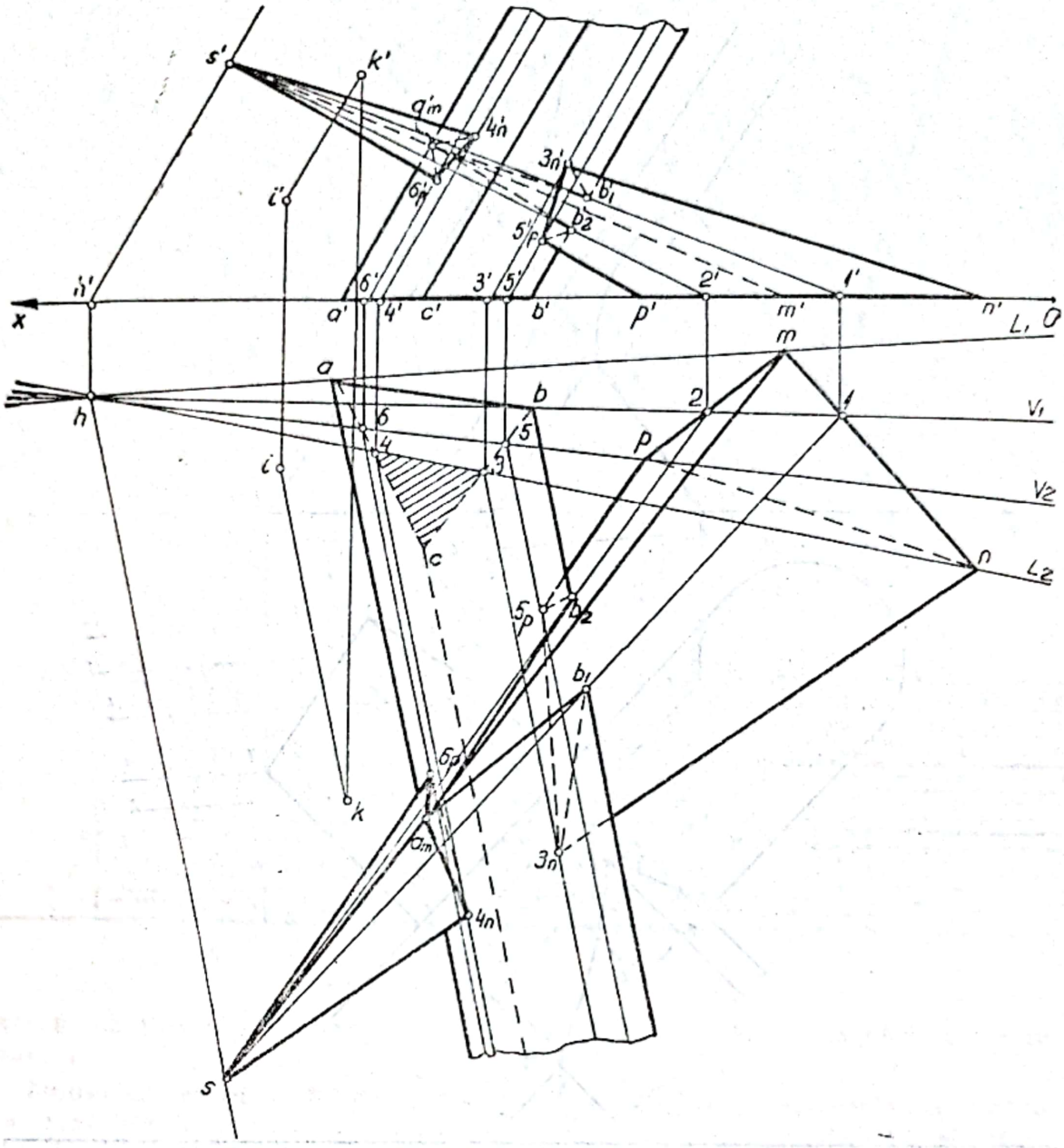
Prisma MNPQ		m	3	n	–	7	–	n	3	m	m	4	–	9	8	9	–	4	m
Cilindrul C(S2)		2	a	6	10	b	9	5	–	1	1	–	5	9	b	10	6	a	2
Intersectia		m_2	a_3	n_6	–	b_7	–	n_5	–	m_1	m_1	–	–	q_9	b_8	q_{10}	–	a_4	m_2
Vizibilitate în planul	H	+	+	+		–		+		+	+			+	–	+		+	+
		+	+	+		–		–		+	+			–	–	+		+	+
						–		–		+	+			–	–				
	V	–	–	+		+		+		–	–			+	+	+		–	–
		–	–	+		+		+		–	–			+	+	+		–	–
		–	–							–	–							–	–

Fig. 9.5

cunoaşte că muchiile prismei în proiecţie verticală sînt înclinate cu 60° faţă de axa Ox, iar în proiecţie orizontală sînt paralele cu proiecţia orizontală a dreptei D, dată de punctele $I(140, 30, z_1)$ şi $K(130, 90, z_2)$.

Rezolvare. Pentru determinarea direcţiei planelor auxiliare, prin vîrful $S(s, s')$ se duce o dreaptă paralelă la muchiile prismei, iar prin proiecţia ori-

Scanned with OKEN Scanner

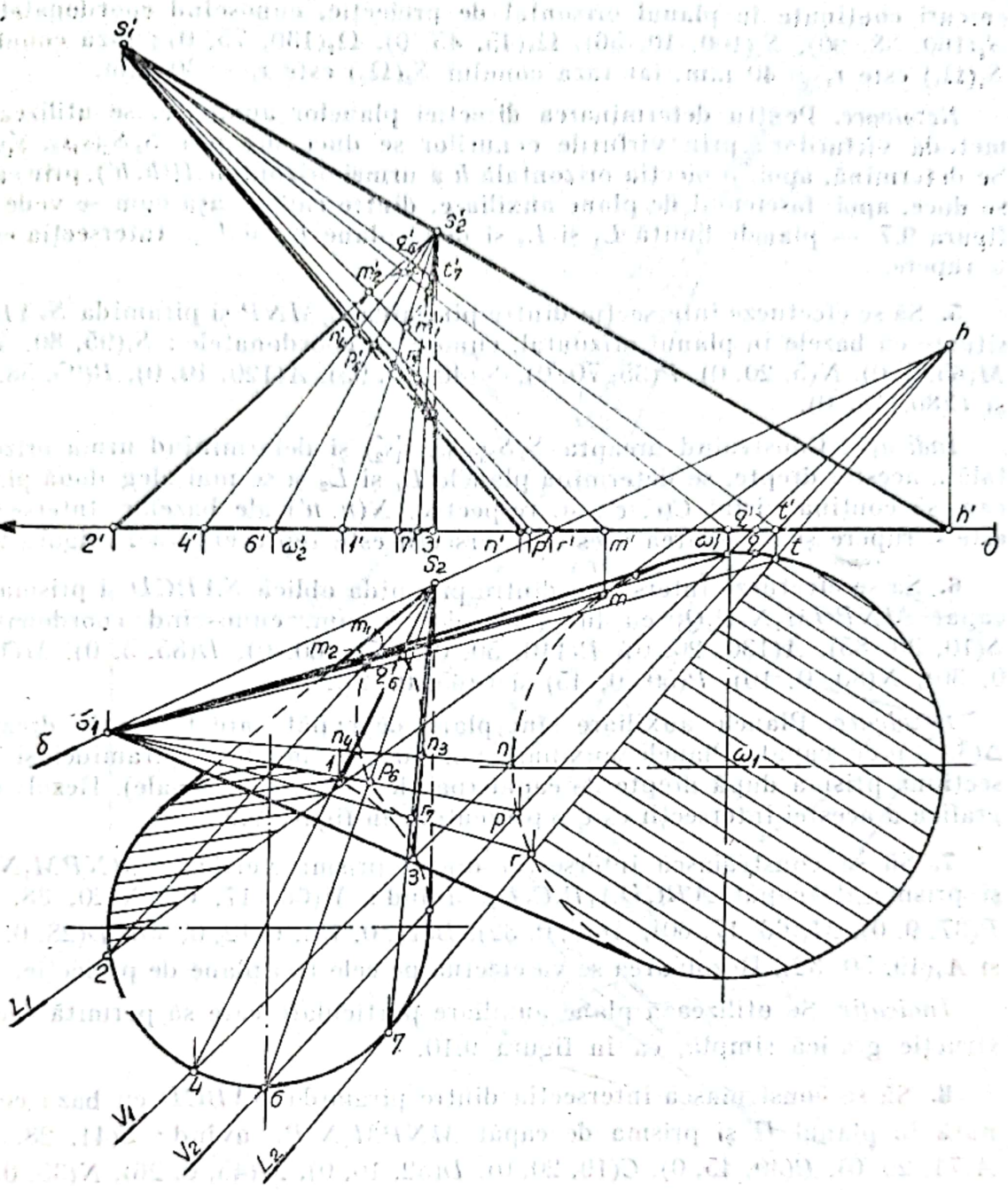


prisma ABC		a	b	5	3	5	b	a	a		6	4	6		a
piramida MNP		m	1		n	p	2	m	m	1		n	p	2	m
intersectia		a_m	b_1		3_n	5_p	b_2	a_m	a_m			4_n	6_p		a_m
vizibilitatea în planul	H	+	+		−	−	+	+	+			−	−		+
		+	+		+	+	+	+	+			+	+		+
		−	−		+	+	+	+	+			+	+		+
	V	−	−		+	+	−	−	−			+	+		+

Fig. 9.6

zontală *h* a urmei orizontale se duce un fascicul de plane care să intersecteze bazele celor două corpuri. În epura din figura 9.6, după modul cum s-au trasat planele auxiliare, se observă că intersecţia rezultată este de tipul simplu tangenţială.

Scanned with OKEN Scanner



Conul S_1		m	n	p	r	p	n	m	–	q	t	q	–	m
Conul S_2		1	3	–	7	6	4	2	4	6	7	–	3	1
Intersecția		m_1	n_3	–	r_7	p_6	n_4	m_2	–	q_6	t_7	–	–	m_1
Vizibilitate în planul	H	–	–		–	–	–	–		+	+	–		–
		–	–		+	+	+	+		+	+			–
		–	–	–	–	–	–	–	–	o	o	–	–	–
	V	–	+	+	+	+	+	–		–	–	–		–
		–	–		+	+	+	+	+	+	+	–		–
		–	–	–	o		o	–	–	–	–	–	–	–

Fig. 9.7

4. Să se construiască intersecția conurilor $S_1(\Omega_1)$ și $S_2(\Omega_2)$, care au baza cercuri conținute în planul orizontal de proiecție, cunoscînd coordonatele: $S_1(160, 38, 90)$, $S_2(100, 10, 56)$, $\Omega_1(45, 45, 0)$, $\Omega_2(130, 75, 0)$; raza conului $S_1(\Omega_1)$ este $r_1 = 40$ mm, iar raza conului $S_2(\Omega_2)$ este $r_2 = 30$ mm.

Rezolvare. Pentru determinarea direcției planelor auxiliare, se utilizează metoda vîrfurilor: prin vîrfurile conurilor se duce dreapta $S_1S_2(s_1s_2, s_1's_2')$. Se determină, apoi, proiecția orizontală h a urmei orizontale $H(h, h')$, prin care se duce, apoi, fasciculul de plane auxiliare, dintre care — așa cum se vede în figura 9.7 — planele limită L_1 și L_2 și două plane U_1 și U_2. Intersecția este o rupere.

5. Să se efectueze intersecția dintre piramida S_1MNP și piramida S_2ABC, situate cu bazele în planul orizontal, cunoscînd coordonatele: $S_1(95, 80, 50)$, $M(65, 5, 0)$, $N(5, 20, 0)$, $P(35, 70, 0)$, $S_2(40, 95, 95)$, $A(120, 10, 0)$, $B(95, 58, 0)$ și $C(80, 13, 0)$.

Indicație. Construind dreapta $S_1S_2(s_1s_2, s_1's_2')$ și determinînd urma orizontală a acestei drepte, se determină planele L_1 și L_2 și se mai aleg două plane care să conțină vîrful $C(c, c')$ și, respectiv, $N(n, n')$ ale bazelor. Intersecția este o rupere și rezolvarea acestei intersecții este reprezentată în figura 9.8.

6. Să se efectueze intersecția dintre piramida oblică $SABCD$ și prisma de capăt $MNPQM_1N_1P_1Q_1$ cu lungimea de 75 mm, cunoscînd coordonatele $S(10, 30, 85)$, $A(130, 20, 0)$, $B(110, 50, 0)$, $C(70, 60, 0)$, $D(85, 5, 0)$, $M(105, 0, 30)$, $N(80, 0, 10)$, $P(50, 0, 45)$ și $Q(65, 0, 45)$.

Rezolvare. Planele auxiliare sînt plane de capăt care trec prin dreapta $\Delta(\delta, \delta')$ de capăt. Planele auxiliare vor conține muchiile piramidei și vor secționa prisma după drepte de capăt (paralele cu muchiile sale). Rezolvarea grafică a acestei intersecții este reprezentată în figura 9.9.

7. Să se construiască intersecția dintre prisma verticală $MNPM_1N_1P_1$ și prisma de capăt $ABCDA_1B_1C_1D_1$, avînd: $M(66, 17, 0)$, $N(20, 38, 0)$, $P(37, 9, 0)$, $M_1(66, 17, 60)$, $A(49, 0, 32)$, $B(41, 0, 15)$, $C(12, 0, 30)$, $D(28, 0, 44)$ și $A_1(49, 50, 32)$. Rezolvarea se va efectua pe cele trei plane de proiecție.

Indicație. Se utilizează plane auxiliare particulare care să permită o construcție grafică simplă, ca în figura 9.10.

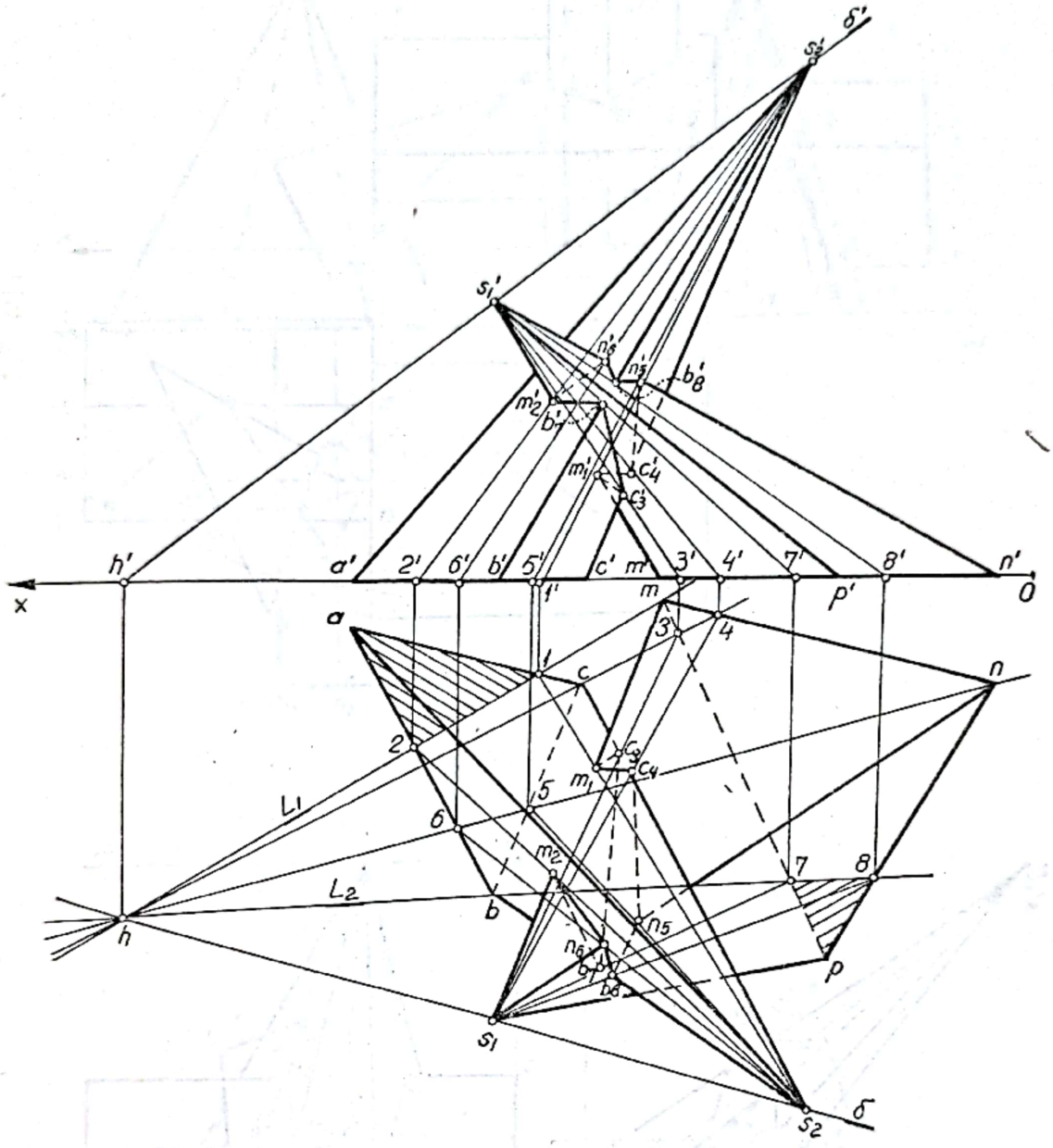
8. Să se construiască intersecția dintre piramida $SABCD$ cu baza conținută în planul H și prisma de capăt $MNPM_1N_1P_1$, avînd: $S(41, 28, 56)$, $A(71, 26, 0)$, $B(30, 45, 0)$, $C(19, 20, 0)$, $D(52, 10, 0)$, $M(45, 0, 26)$, $N(35, 0, 7)$, $P(8, 0, 36)$ și $M_1(45, 55, 26)$.

Indicație. Așa cum se prezintă și în rezolvarea grafică din figura 9.11, s-au utilizat ca plane auxiliare plane de nivel care conțin muchiile prismei de capăt.

9. Să se construiască intersecția dintre cilindrul fronto-orizontal $C(\Omega, \Omega_1)$ și trunchiul de con oblic (c_1c_2), avînd coordonatele: $\Omega(70, 30, 25)$, $\Omega_1(10, 30, 25)$, $C_1(50, 30, 67)$ și $C_2(35, 30, 25)$. Raza cercului director al cilindrului $R = 25$ mm, iar raza bazei mici a trunchiului de con $R_1 = 6$ mm și raza bazei mari a trunchiului de con $R_2 = 20$ mm.

Indicație. Pentru rezolvare se utilizează metoda sferelor (fig. 9.12).

Scanned with OKEN Scanner



Piramid S_1MNP		m	3		7		3	m	4	n	8	n	4	m
Piramid S_2ABC		1	c	5	b	6		2		6	b	5	c	1
Intersectia		m_1	c_3		b_7			m_2		n_6	b_8	n_5	c_4	m_1
vizibilitatea în planul	H	+	+		−			+		+	+	+	+	+
		+	−		+			+		+	+	−	+	+
		—	—	—	—	—	—	o			o	—	o	o
	V	+	+		+			+		+	+	+	−	+
		−	+		+			+		+	+	+	+	−
		—	o	—	—	—	—	—	—	—	—	o	—	—

Fig. 9.8

Scanned with OKEN Scanner

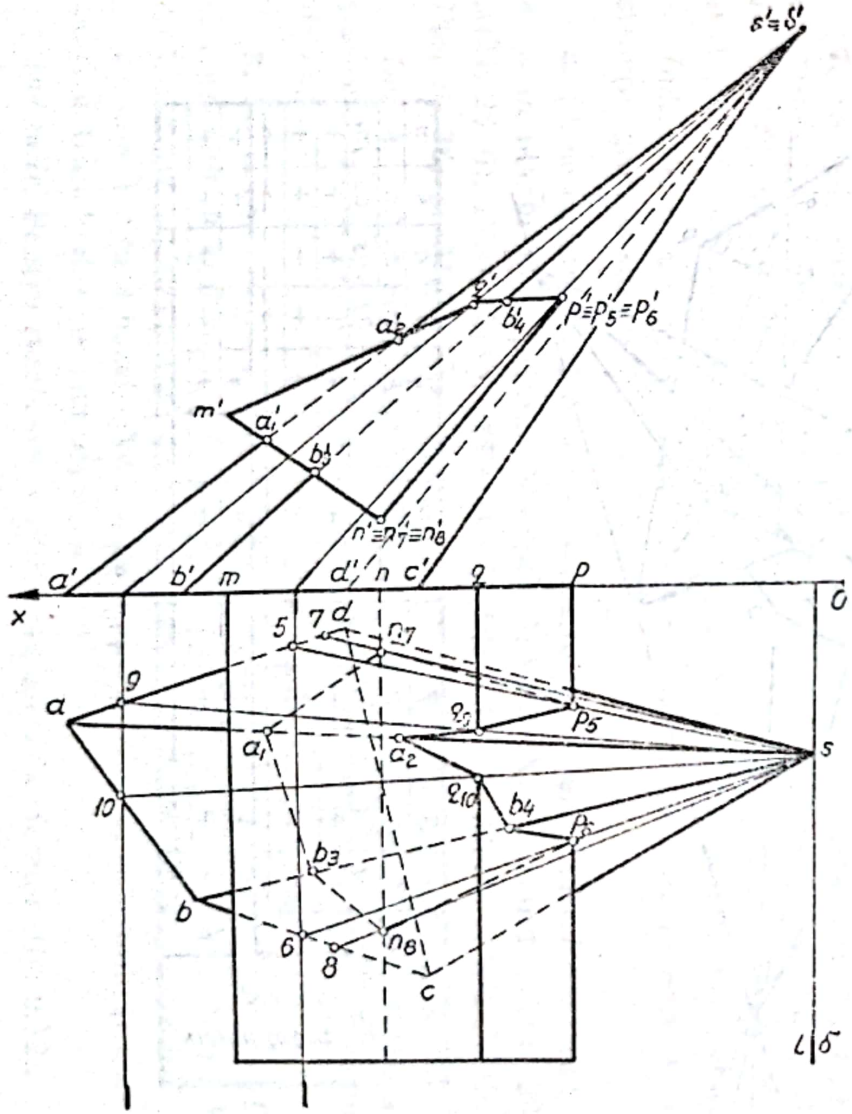


Fig. 9.9

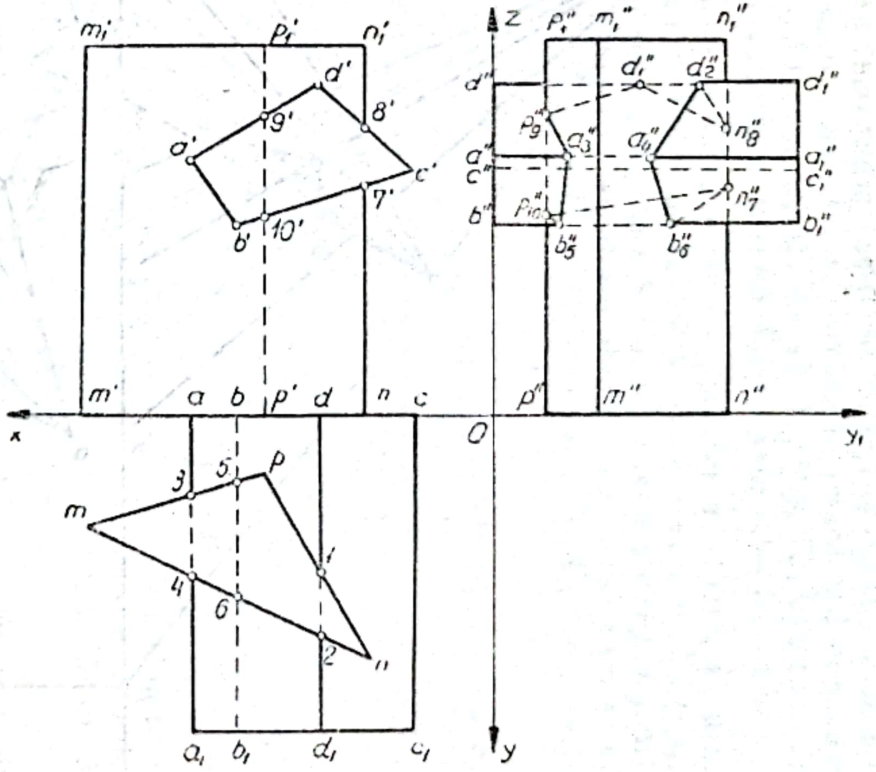


Fig. 9.10

Scanned with OKEN Scanner

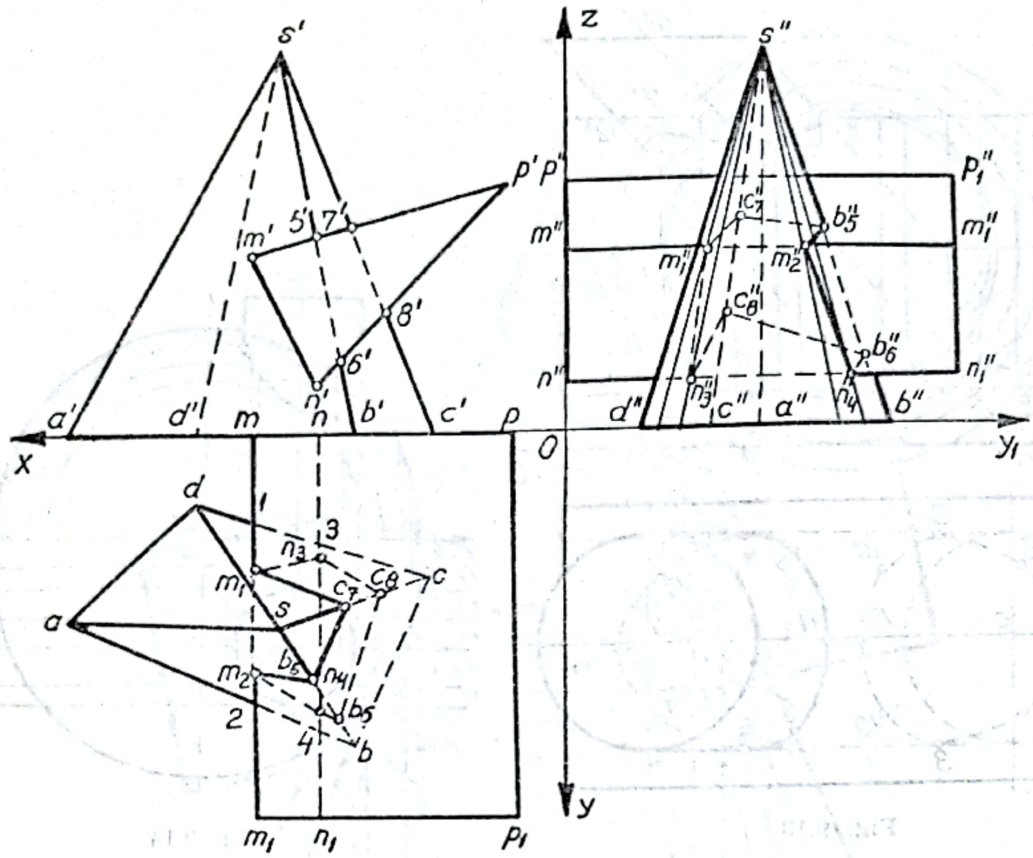


Fig. 9.11

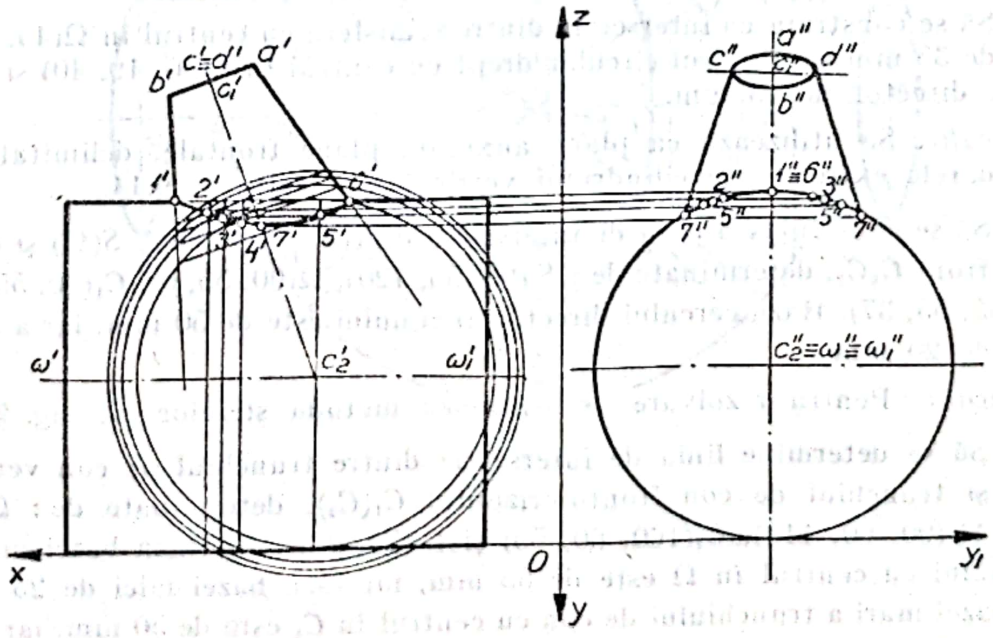


Fig. 9.12

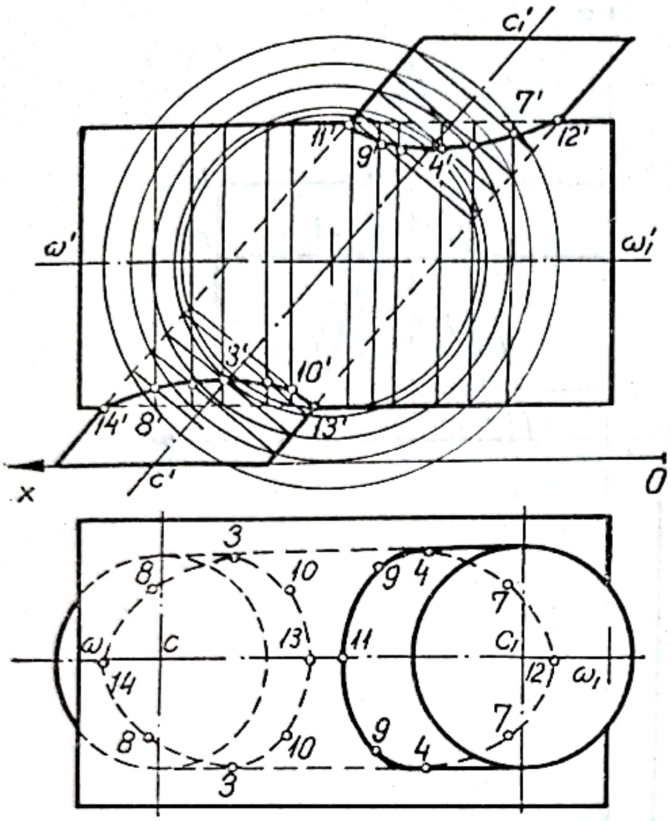


Fig. 9.13

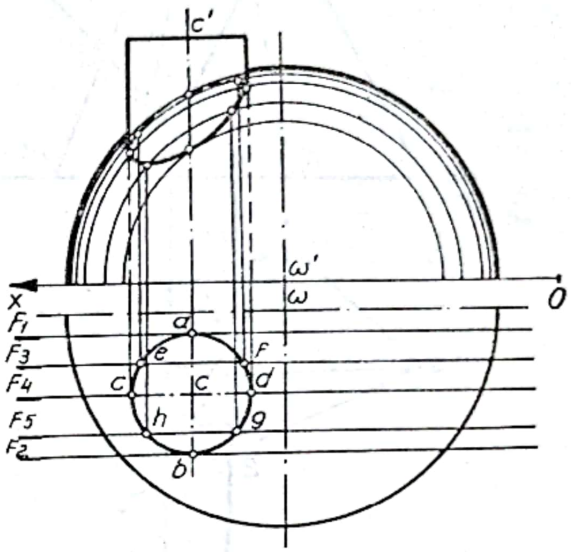


Fig. 9.14

10. Să se construiască intersecția dintre cilindrul de front (CC_1) și cilindrul fronto-orizontal (ω, ω_1), avînd : $C(71, 28, 0)$, $C_1(20, 28, 60)$, $\Omega(83, 28, 28)$, $\Omega_1(8, 28, 28)$. Raza cercului director al cilindrului de front este de 15 mm, iar a cilindrului fronto-orizontal de 20 mm.

Indicație. Se utilizează, așa cum se vede în rezolvarea grafică a problemei din figura 9.13, metoda sferelor.

11. Să se construiască intersecția dintre semisfera cu centrul în $\Omega(45, 5, 0)$ și raza de 35 mm și cilindrul circular drept cu centrul în $C(60, 19, 40)$ și raza cercului director de 13 mm.

Indicație. Se utilizează ca plane auxiliare plane frontale, delimitate de generatoarele extreme ale cilindrului vertical, ca în figura 9.14.

12. Să se construiască linia de intersecție dintre conul drept $S(\Omega)$ și cilindrul de front C_1C_2, determinate de : S (90, 55, 120), $\Omega(90, 55, 0)$, $C_1(30, 55, 60)$ și $C_2(155, 55, 37)$. Raza cercului director al conului este de 50 mm, iar a cilindrului de 20 mm.

Indicație. Pentru rezolvare se utilizează metoda sferelor (v. fig. 9.15).

13. Să se determine linia de intersecție dintre trunchiul de con vertical $\Omega(\Omega_1)$ și trunchiul de con fronto-orizontal $C_1(C_2)$, determinate de : $\Omega(90, 60, 0)$, $\Omega_1(90, 60, 115)$, $C_1(160, 60, 55)$ și $C_2(20, 60, 55)$. Raza bazei mari a trunchiului cu centrul în Ω este de 55 mm, iar raza bazei mici de 25 mm. Raza bazei mari a trunchiului de con cu centrul în C_1 este de 50 mm, iar raza bazei mici de 20 mm.

Scanned with OKEN Scanner

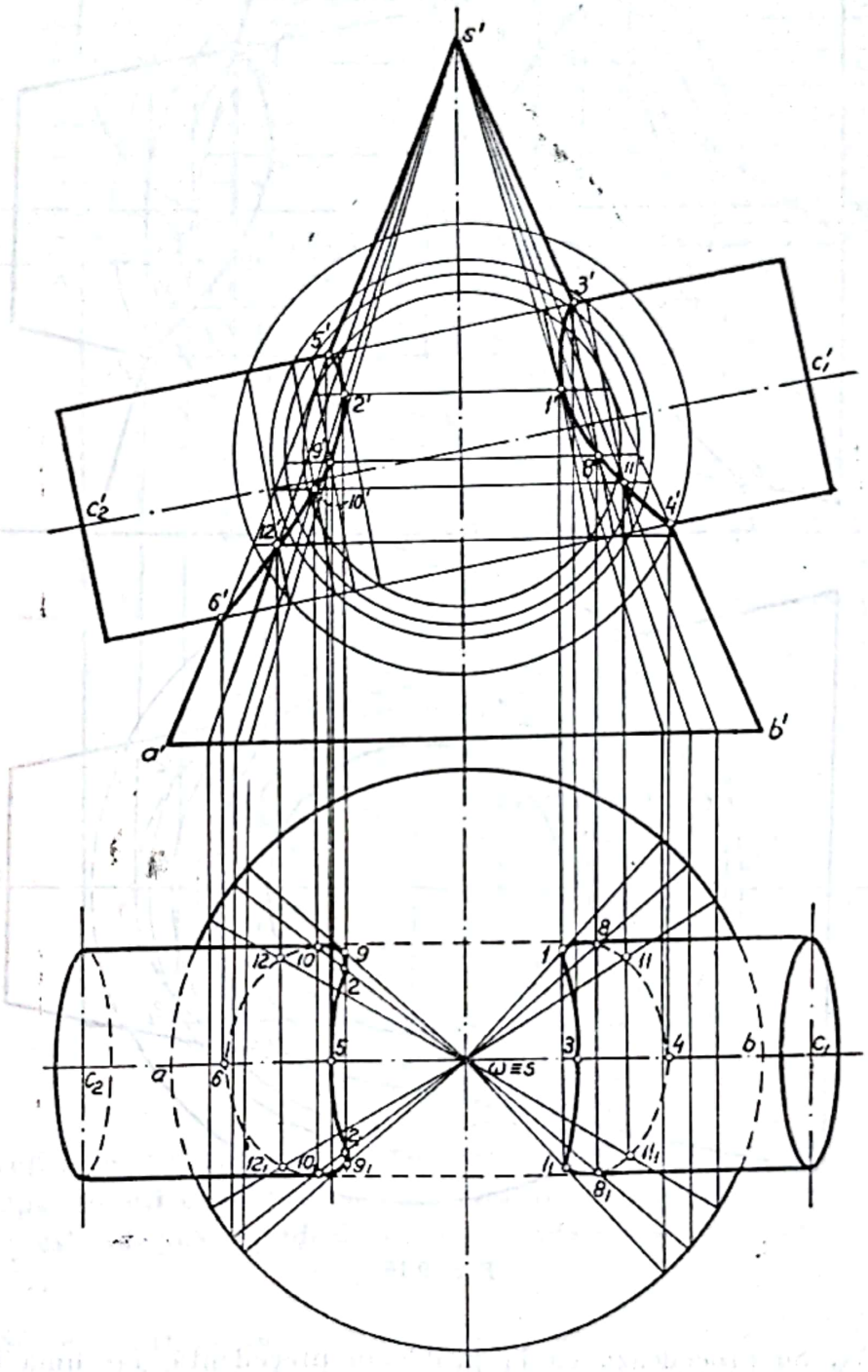

s'
3'
5'
2'
1'
9'
8'
11'
10'
4'
12'
6'
a'
b'
c'1
c'2
12
10
9
2
1
8
11
5
3
4
b
c1
c2
a
6
ω≡s
2
12₁
10₁
9₁
1₁
11₁
8₁

Fig. 9.15

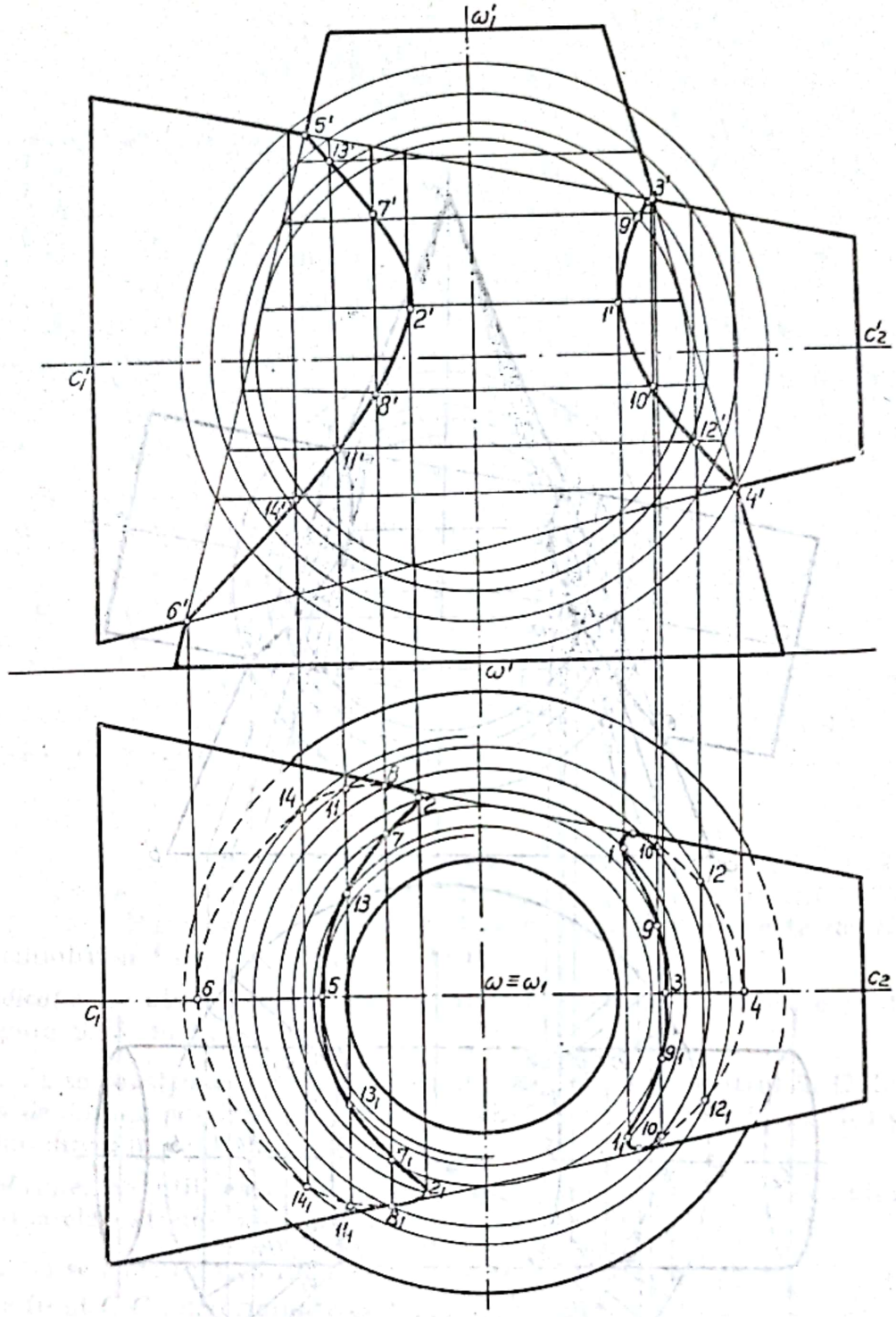


Fig. 9.16

Indicație. Se procedează ca la problema precedentă, iar linia de intersecție este reprezentată ca în figura 9.16.

14. Să se efectueze intersecția dintre conul vertical drept $S(\Omega_1)$ și cilindrul de capăt $C(\Omega_2)$, cunoscînd coordonatele : $\Omega_1(80, 60, 0)$, $S(80, 60, 40)$, $\Omega_2(115, 0, 40)$. Raza bazei conului este $R_1 = 60$ mm, raza cilindrului este $R_2 = 35$ mm, iar lungimea cilindrului este de 130 mm.

Scanned with OKEN Scanner

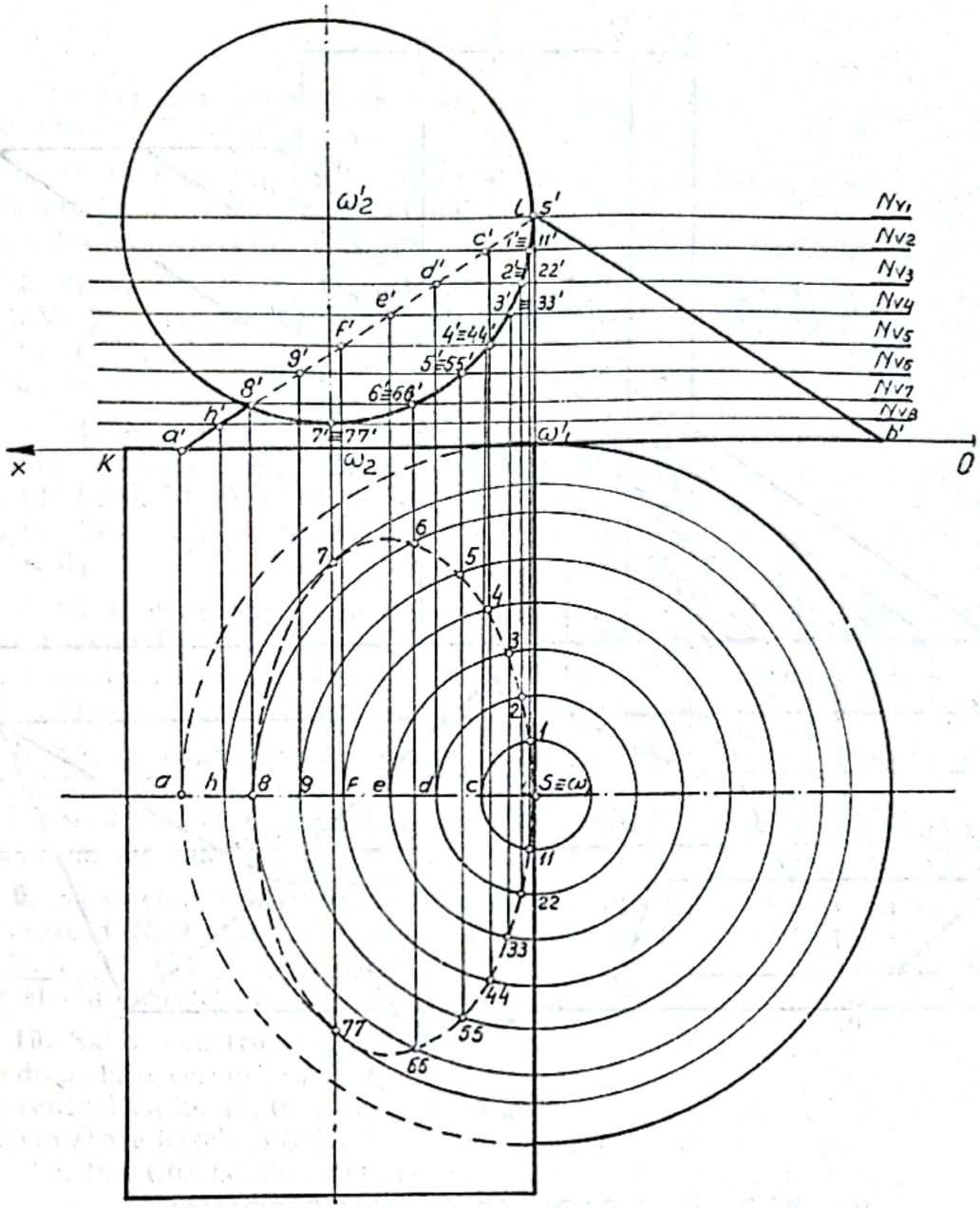


Fig. 9.17

Indicație. Se utilizează plane auxiliare plane de nivel, care secționează conul după cercuri concentrice, iar cilindrul după generatoare. După modul cum este dispus cilindrul, linia de intersecție este nevăzută, ca în figura 9.17.

15. Să se efectueze intersecția dintre prisma frontală $KMN\,K_1M_1N_1$ și prisma verticală $A\,BCDE\,A_1B_1C_1D_1E_1$ la care se cunosc coordonatele : $A(115, 25, 0)$, $B(105, 60, 0)$, $C(70, 75, 0)$, $D(50, 35, 0)$, $A_1(115, 25, 105)$, $K(160, 40, 0)$, $M(120, 10, 0)$, $N(145, 65, 0)$, $K_1(45, 40, 88)$.

Indicație. Se utilizează plane auxiliare de front, care permit rezolvarea grafică cu construcții simple, ca în figura 9.18.

Scanned with OKEN Scanner

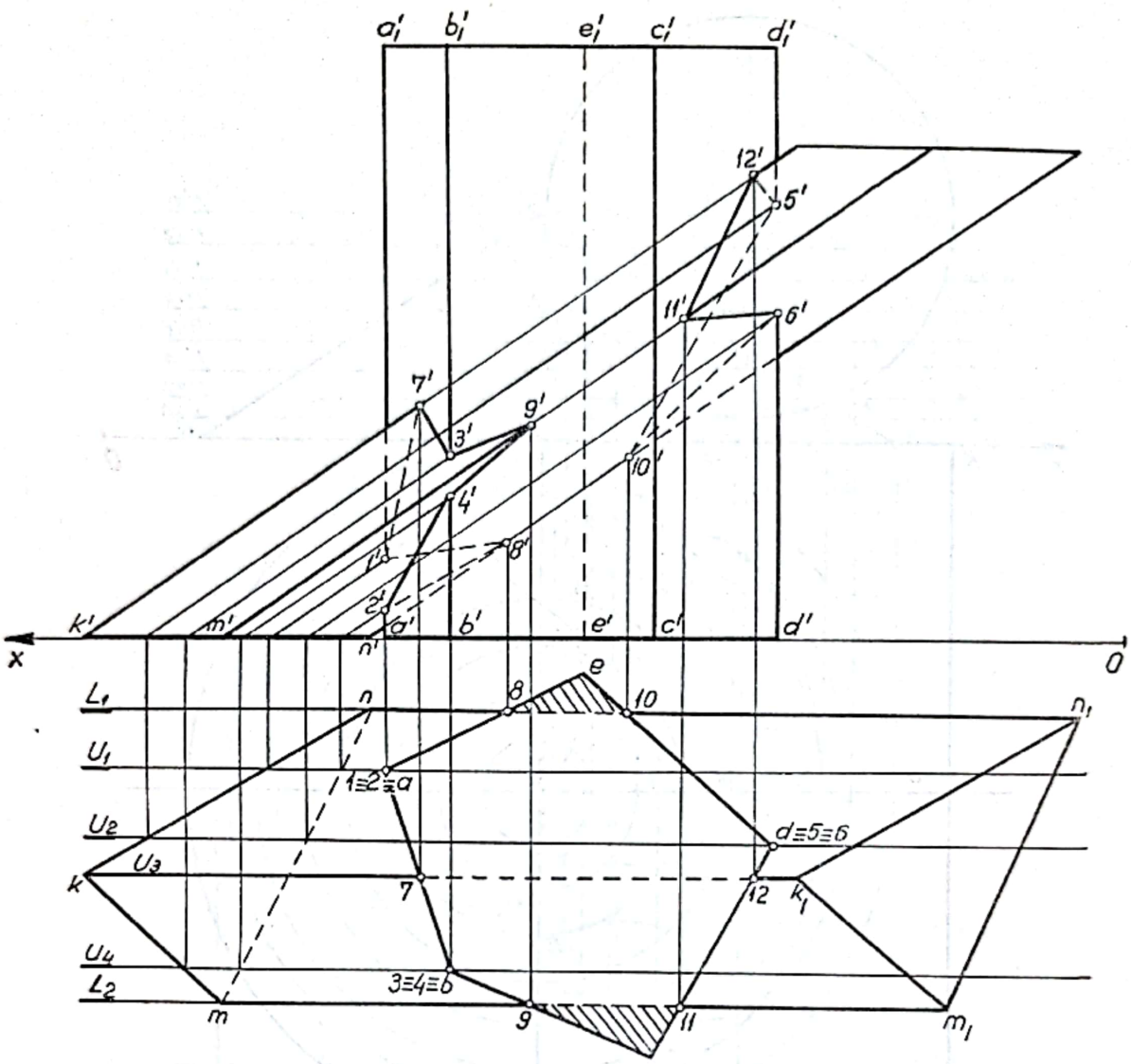


Fig. 9.18

9.3. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se determine punctele în care dreapta $D(d, d')$, determinată de punctele $M(20, 45, 35)$ și $N(53, 23, 12)$, intersectează cilindrul circular oblic cu cercul de bază în planul orizontal de proiecție, avînd raza de 20 mm și centrul $\Omega_1(30, 20, 0)$, iar $\Omega_2(60, 55, 55)$.

2. Să se determine punctele în care dreapta $AB(ab, a'b')$ intersectează prisma oblică frontală $MNP\,M_1N_1P_1$, cunoscînd coordonatele : $M(120, 10, 0)$, $N(145, 65, 0)$, $P(45, 40, 88)$, $P_1(45, 40, 88)$, $A(105, 55, 70)$ și $B(50, 23, 23)$.

3. Se dau două plăci opace ABC și $MNPQ$, determinate de punctele : $A(110, 72, 94)$, $B(76, 17, 40)$, $C(38, 38, 53)$, $M(120, 43, 31)$, $N(105, 23, 60)$, $P(62, 35, 87)$ și $Q(41, y, 67)$. Să se determine dreapta de intersecție dintre placa triunghiulară ABC și cea patrulateră $MNPQ$. Să se indice vizibilitatea în epură.

Scanned with OKEN Scanner

Notă. Pentru problemele următoare se va întocmi tabelul cuprinzînd intersecțiile și vizibilitatea.

4. Să se construiască intersecția dintre conul oarecare $S(C_1)$ și cilindrul oarecare Ω, Ω_1, avînd $S(29, 53, 44)$, $C_1(88, 32, 0)$, $\Omega(49, 17, 0)$, $\Omega_1(66, 69, 47)$. Raza cercului director al conului este de 18 mm, iar a cilindrului de 13 mm.

5. Să se construiască intersecția dintre piramidele oarecare $SABCD$ și S_1MNPQ, determinate de: $S(52, 8, 35)$, $A(98, 30, 0)$, $B(102, 64, 0)$, $C(72, 72, 0)$, $D(69, 42, 0)$ și $S_1(83, 5, 61)$, $M(53, 27, 0)$, $N(60, 52, 0)$, $P(42, 49, 0)$, $Q(35, 28, 0)$.

6. Să se construiască intersecția dintre piramida oarecare $SABCD$ și prisma oarecare $MNPQ\ M_1N_1P_1Q_1$, determinate de: $S(29, 50, 46)$, $A(103, 28, 0)$, $B(86, 50, 0)$, $C(70, 26, 0)$, $D(78, 6, 0)$, $M(57, 9, 0)$, $N(53, 25, 0)$, $P(36, 21, 0)$, $Q(39, 10, 0)$, $M_1(87, 61, 53)$; muchiile prismei sînt paralele și egale cu MM_1.

7. Să se construiască intersecția dintre doi cilindri oarecare, avînd centrele bazelor $\Omega(89, 68, 0)$ și $\Omega_1(46, 30, 50)$, respectiv $C(55, 72, 0)$ și $C_1(75, 21, 50)$. Raza cercului director al cilindrului cu centrul în Ω este de 13 mm, iar raza cercului director al cilindrului cu centrul în C de 10 mm.

8. Să se construiască intersecția dintre două conuri oarecare, avînd vîrful $S_1(56, 14, 38)$ și centrul cercului director $\Omega_1(91, 48, 0)$, respectiv $S_2(80, 2, 53)$ și $\Omega_2(50, 44, 0)$. Conul cu centrul în Ω_1 are raza cercului director $R_1 = 20$ mm, iar conul cu centrul în Ω_2 are raza cercului director $R_2 = 17$ mm.

9. Să se construiască intersecția dintre cilindrul oarecare Ω, Ω_1 și prisma oarecare $ABCD\ A_1B_1C_1D_1$, avînd $\Omega(85, 29, 0)$ $\Omega_1(48, 91, 45)$, $A(50, 32, 0)$, $B(45, 49, 0)$, $C(28, 46, 0)$, $D(40, 27, 0)$ și $A_1(106, 77, 45)$. Raza cercului director al cilindrului este $R = 15$ mm.

10. Să se construiască intersecția cilindrului I cu prisma P. Cilindrul I are drept baze cercurile I_1 și I_2; cercul I_1, situat în planul orizontal de proiecție, are centrul $I_1(40, 45, 0)$ și raza de 30 mm; cercul I_2 are centrul $I_2(40, 45, 90)$. Prisma P are bazele $ABCDE$ și $A_1B_1C_1D_1E_1$ (muchia AA_1), unde: $A(0, 5, 40)$, $B(0, 25, 10)$, $C(0, 60, 30)$, $D(0, 60, 60)$, $E(0, 35, 75)$ și $A_1(80, 5, 40)$.

11. Să se construiască intersecția cilindrului E cu piramida (S). Cilindrul E are drept baze cercurile E_1 și E_2; cercul E_1, situat în planul orizontal de proiecție, are centrul $E_1(110, 40, 0)$ și raza de 30 mm; cercul E_2 are centrul $E_2(70, 100, 80)$. Piramida S are vîrful $S(130, 80, 80)$ și baza ABC, unde: $A(90, 0, 0)$, $B(50, 60, 0)$, $C(10, 10, 0)$.

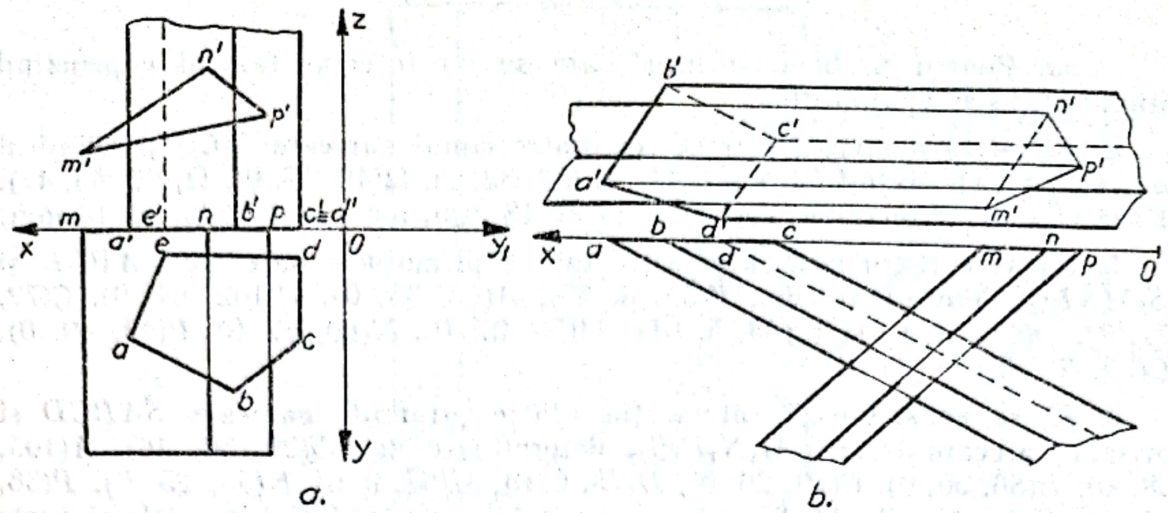
12. Conul S are vîrful $S(100, 90, 70)$ și baza un cerc E, situat în planul orizontal de proiecție, avînd centrul $E(70, 30, 0)$ și raza de 30 mm.

Prisma P are bazele $ABCD$ și $A_1B_1C_1D_1$ (muchia AA_1), unde: $A(150, 30, 0)$, $B(135, 70, 0)$, $C(105, 65, 0)$, $D(120, 10, 0)$, $A_1(80, 30, 70)$; se cere să se construiască intersecția conului cu prisma.

13. Să se construiască intersecția conului S_1 cu piramida S; conul S_1 are vîrful $S_1(110, 110, 60)$ și baza un cerc situat în planul H, avînd centrul $E(50, 40, 0)$ și $r = 40$ mm. Piramida S are vîrful $S(70, 130, 100)$ și baza $ABCD$, unde: $A(150, 40, 0)$, $B(130, 90, 0)$, $C(90, 60, 0)$, $D(120, 20, 0)$.

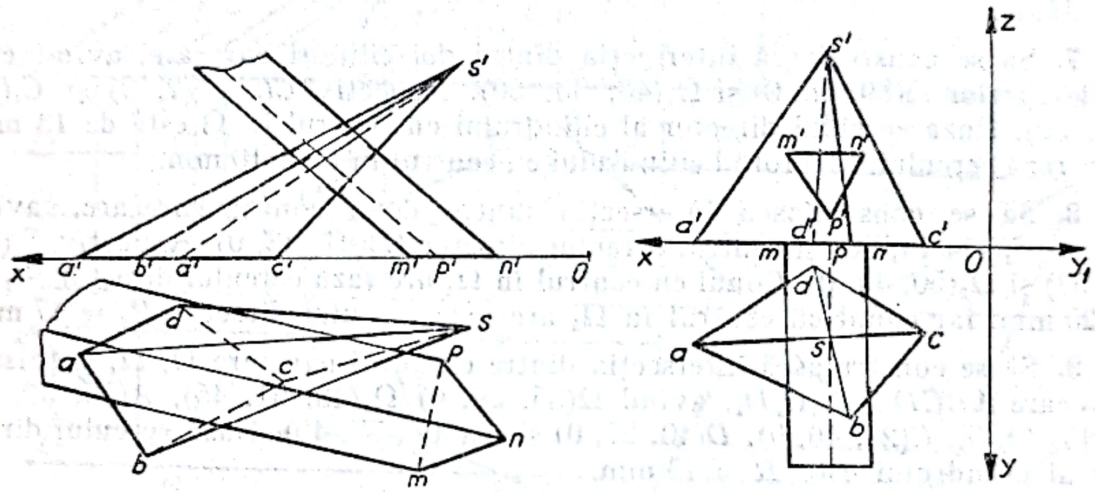
14. După completarea proiecțiilor necesare ale corpurilor geometrice reprezentate parțial în figurile 9.19...9.23, să se efectueze intersecțiile cerute.

Scanned with OKEN Scanner



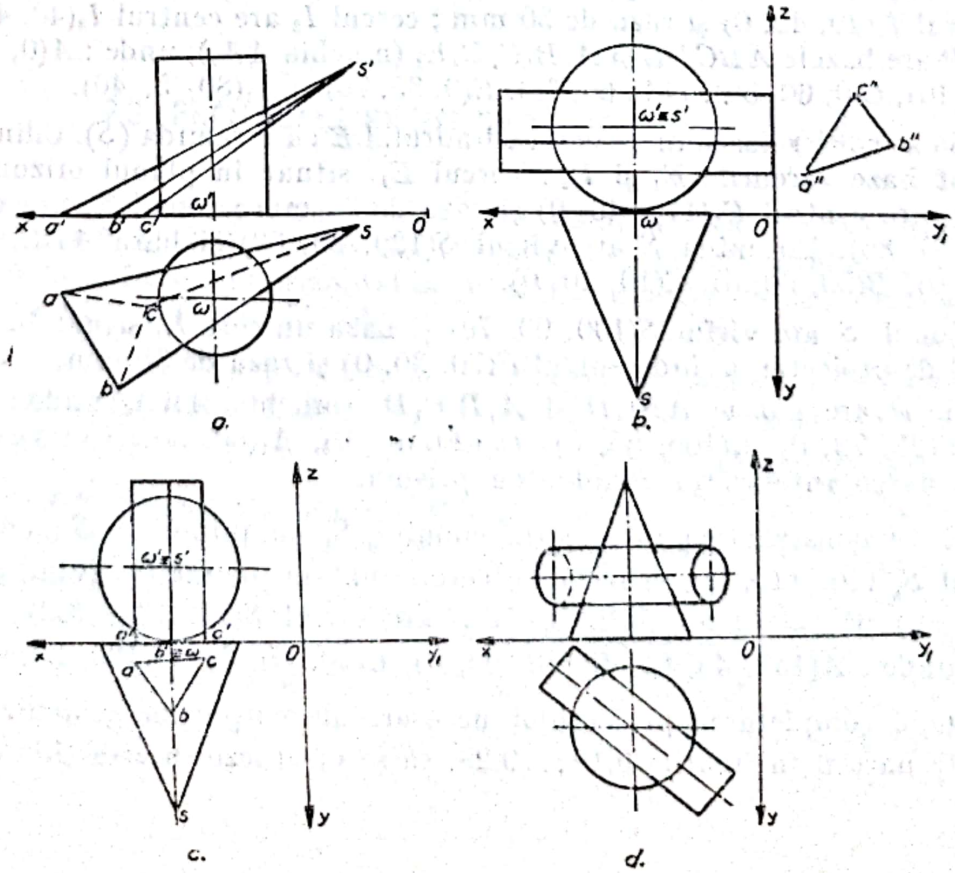
a. b.

Fig. 9.19



a. b.

Fig. 9.20



c. d.

Fig. 9.21

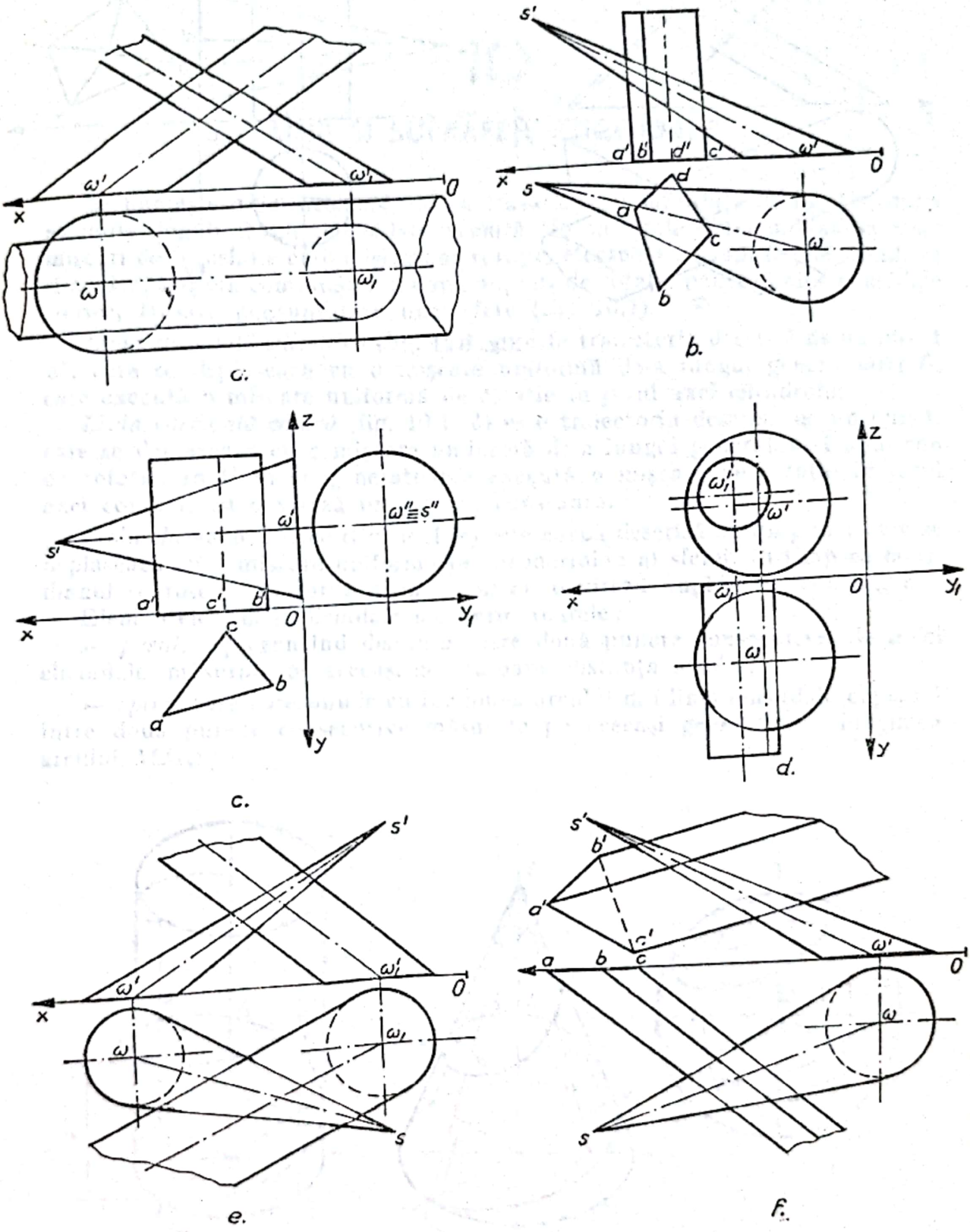


Fig. 9.22

Scanned with OKEN Scanner

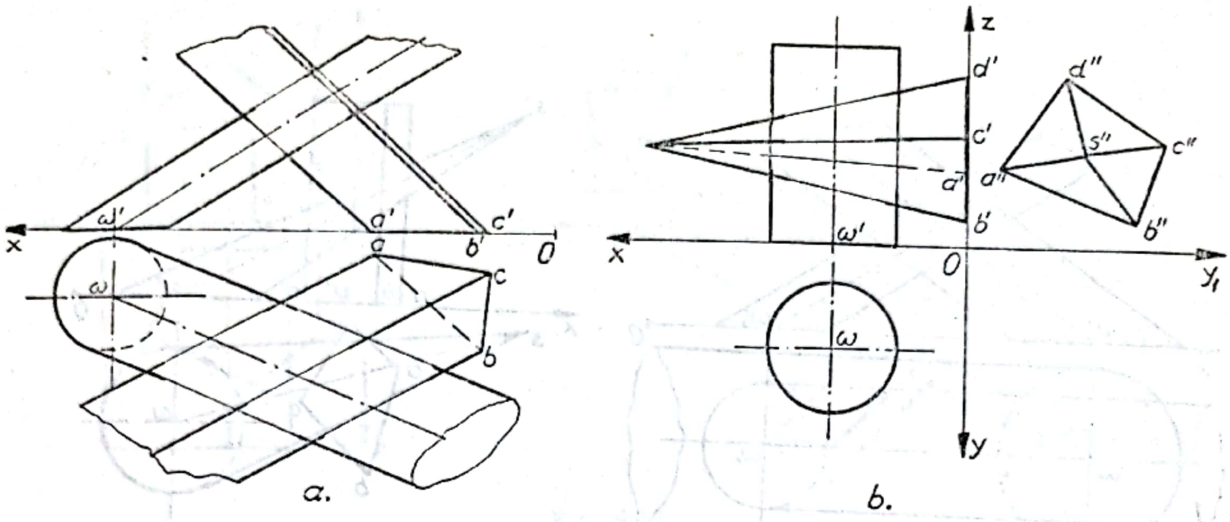


Fig. 9.23

10

LINII ŞI SUPRAFEŢE ELICOIDALE

Se numeşte *linie elicoidală*, curba trasată pe o suprafaţă de rotaţie, după anumite reguli. Linia elicoidală rezultă, în general, din combinarea unei mişcări de translaţie cu o mişcare de rotaţie, efectuate pe suprafeţele cilindrice şi conice, sau din combinarea a două mişcări de rotaţie pentru liniile elicoidale sferice, trasate pe suprafaţa unei sfere (fig. 10.1).

Linia elicoidală cilindrică (fig. 10.1, *a*) este traiectoria descrisă de un punct *M*, care se deplasează cu o mişcare uniformă de-a lungul generatoarei *G*, care execută o mişcare uniformă de rotaţie în jurul axei cilindrului.

Linia elicoidală conică (fig. 10.1, *b*) este traiectoria descrisă de un punct, care se deplasează cu o mişcare uniformă de-a lungul generatoarei unui con de rotaţie, în timp ce generatoarea execută o mişcare de rotaţie în jurul axei conului, cu o viteză unghiulară constantă.

Linia elicoidală sferică (fig. 10.1, *c*) este curba descrisă de un punct care se deplasează cu o mişcare uniformă pe un meridian al sferei, în timp ce meridianul se roteşte în jurul diametrului cu o viteză unghiulară constantă.

Elementele liniei elicoidale sînt următoarele:

— *pasul*, reprezentînd distanţa între două puncte consecutive ale liniei elicoidale măsurate pe aceeaşi generatoare (distanţa MM_8);

— *spira*, care corespunde cu lungimea arcului din linia elicoidală cuprinsă între două puncte consecutive măsurate pe aceeaşi generatoare (lungimea arcului MM_8);

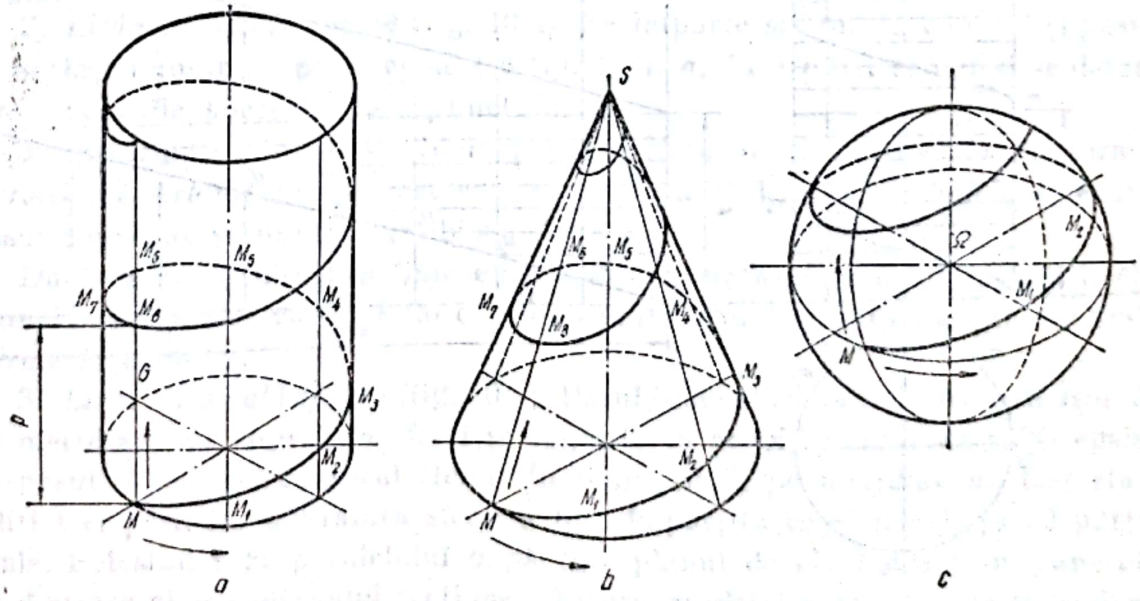


Fig. 10.1

Scanned with OKEN Scanner

— *panta* sau *înclinația* liniei elicoidale cilindrice, care corespunde cu unghiul format de linia elicoidală cu generatoarele cilindrului, sau cu normala pe generatoare ;

— *sensul* liniei elicoidale, care este spre dreapta, dacă punctul se deplasează de la stînga jos spre dreapta sus, și pe stînga, dacă se deplasează invers.

10.1. REPREZENTAREA LINIILOR ELICOIDALE

1. *Linia elicoidală cilindrică* (fig. 10.2). Pentru a construi proiecțiile liniei elicoidale descrise de punctul $M(m, m')$ pe suprafața cilindrului de rotație din figura 10.2, se împarte pasul p și suprafața cilindrului în același număr de părți egale (în fig. 10.2, în 8 părți egale). Se determină, apoi, pozițiile succesive ale punctului M, cunoscînd că, pentru rotația generatoarei cu o diviziune, punctul se deplasează de-a lungul generatoarei, tot cu o diviziune, ajungînd în poziția $M_1(m_1, m_1')$. În acest mod, se stabilesc pozițiile $M_2(m_2, m_2')$... $M_8(m_8, m_8')$. Prin unirea acestor puncte se obțin proiecțiile liniei elicoidale. Proiecția orizontală se confundă cu proiecția suprafeței cilindrului, iar proiecția verticală are forma unei sinusoide.

Prin desfășurarea suprafeței cilindrului, linia elicoidală se transformă într-o dreaptă, deoarece deplasarea punctului se face cu diviziuni constante pe cele două direcții. Unghiul α reprezintă panta sau unghiul de înclinație al liniei elicoidale.

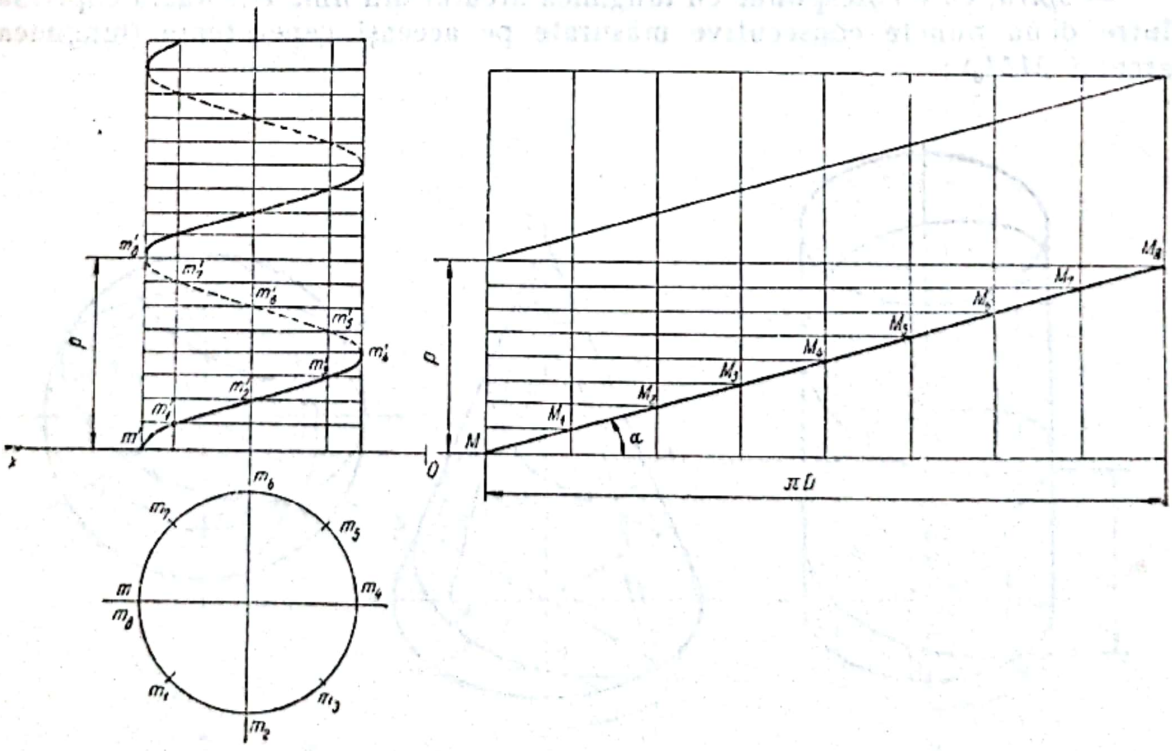


Fig. 10.2

Scanned with OKEN Scanner

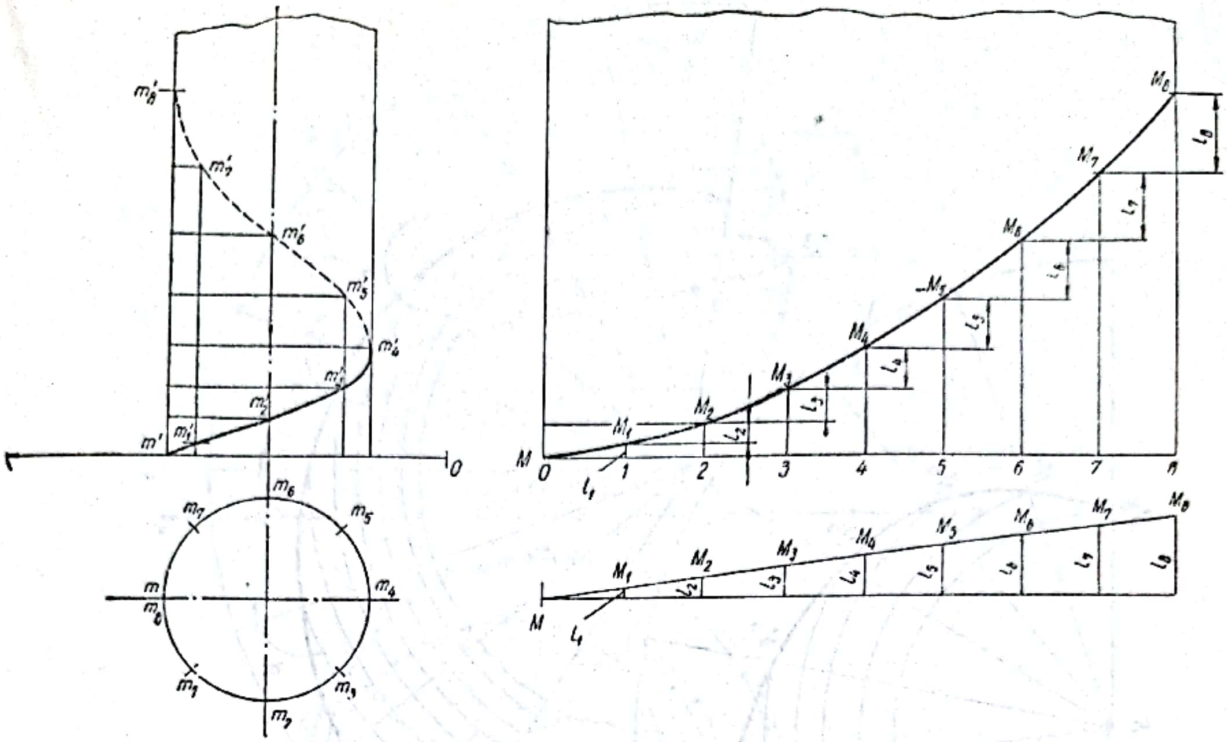


Fig. 10.3

Dacă generatoarea cilindrului se rotește cu o viteză unghiulară constantă, iar deplasarea punctului pe generatoare este variabilă, se obține o *linie elicoidală cilindrică cu pas variabil* (fig. 10.3).

Dacă se stabilește o mișcare uniform accelerată astfel ca punctul să se deplaseze din poziția M pînă în poziția M_8, însemnează că, pentru fiecare poziție a generatoarei, el trebuie să se deplaseze pe verticală cu un segment 1_1, 1_2, ..., 1_8. Rezultă, deci, că, la fiecare din cele 8 poziții ale generatoarei, trebuie să se adauge segmentul cu care crește deplasarea punctului pe verticală.

2. *Linia elicoidală conică* (fig. 10.4). Se împarte suprafața conului și pasul în același număr de părți egale (în fig. 10.4, *a*, în 8 părți egale) și se determină pozițiile succesive ale punctului M.

Transformata liniei elicoidale prin desfășurare (fig. 10.4, *b*) are forma *spiralei lui Arhimede*. În acest caz, se observă că linia elicoidală conică are pasul constant și panta variabilă.

Dacă se construiește o linie elicoidală cu panta constantă (fig. 10.4, *c*), atunci pasul devine variabil, iar curba obținută prin desfășurare are forma unei *spirale logaritmice*.

3. *Linia elicoidală sferică* (fig. 10.5). Pasul liniei elicoidale sferice se măsoară pe meridian, iar suprafața sferei se împarte în același număr de părți egale cu pasul, folosind ecuatorul sferei. În figura 10.5, pe meridian au fost stabiliți trei pași, iar suprafața sferei a fost împărțită ca și pasul, în 12 părți egale. Folosind raza paralelului după care planul de nivel dus prin punctul de divizare al meridianului secționează sfera, se determină pozițiile succesive ale unui punct care descrie linia elicoidală sferică.

Scanned with OKEN Scanner

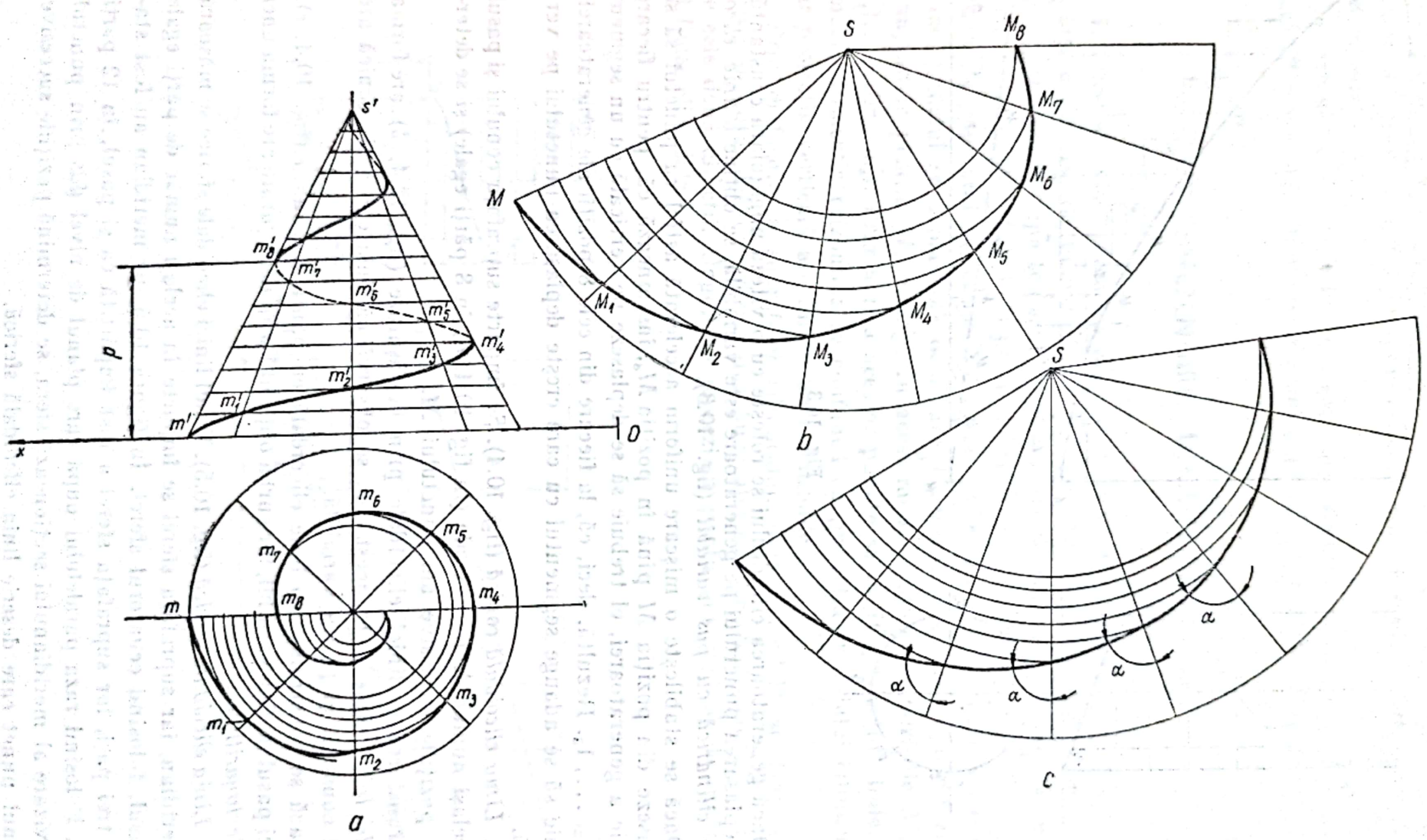


Fig. 10.4

Scanned with OKEN Scanner

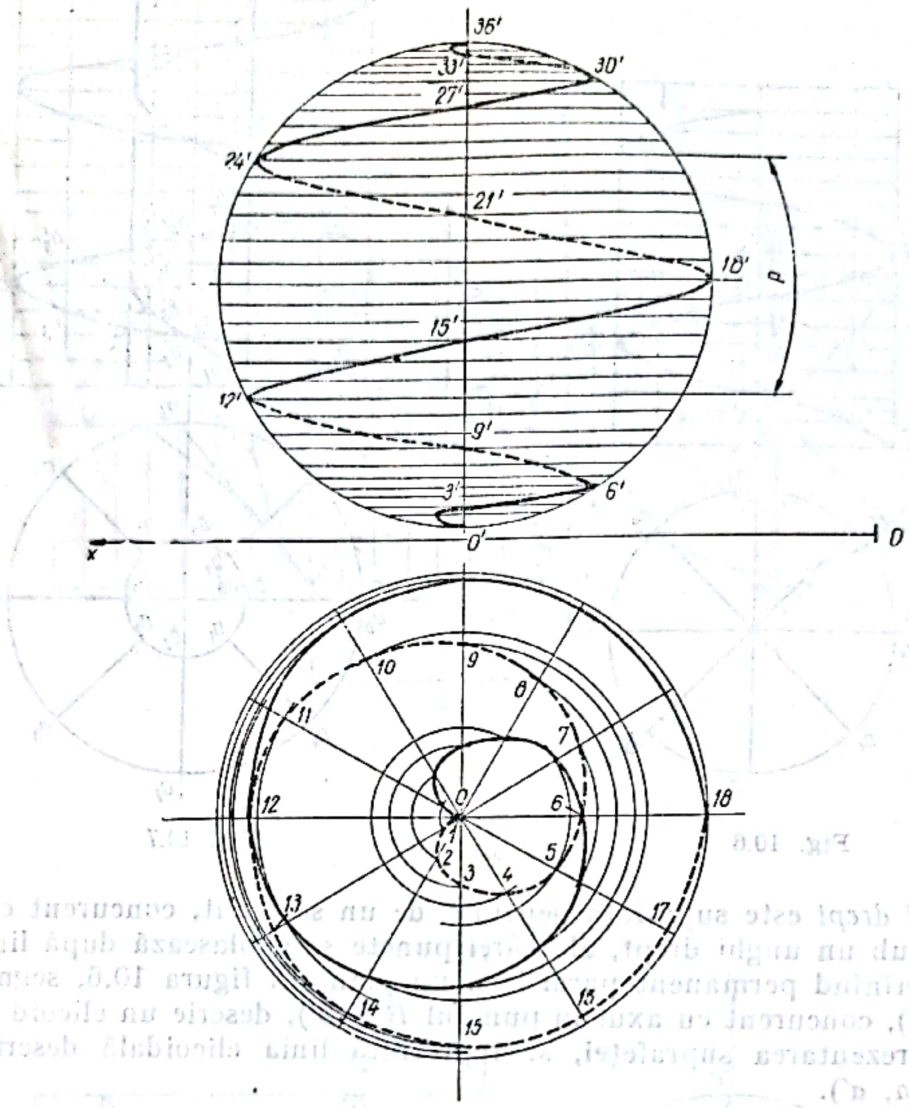


Fig. 10.5

10.2. SUPRAFEȚE ELICOIDALE

Se numește *suprafață elicoidală*, suprafața generată de o dreaptă ale cărei puncte se deplasează după linii elicoidale.

În funcție de poziția dreptei, suprafața generată poate fi de două feluri :

— *suprafață elicoidală cu plan director*, dacă generatoarea rămîne paralelă cu un plan (fig. 10.6) ;

— *suprafața elicoidală cu con director*, dacă dreapta care generează suprafața este în orice poziție, paralelă cu o generatoare a unui con de rotație (fig. 10.9).

Suprafețele elicoidale cu plan director sînt de două feluri :

— *elicoidul drept* (fig. 10.6 și 10,7) ;

— *cilindroidul elicoidal* (fig. 10.8).

Suprafețele elicoidale cu con director sînt de două feluri :

— *elicoidul strîmb* (fig. 10.9 și 10.10) ;

— *elicoidul evolvent* (fig. 10.11).

Scanned with OKEN Scanner

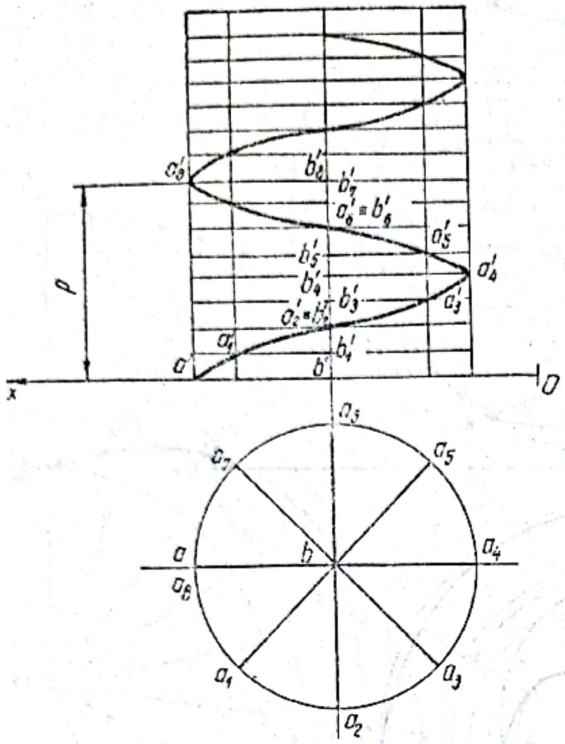


Fig. 10.6

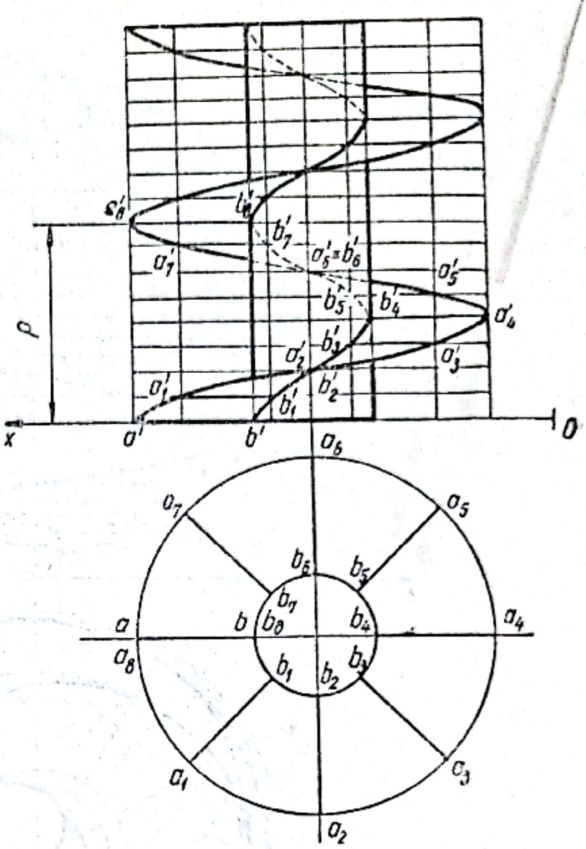


Fig. 10.7

Elicoidul drept este suprafaţa generată de un segment, concurent cu axa suprafeţei sub un unghi drept, ale cărei puncte se deplasează după linii elicoidale, rămînînd permanent paralel cu un plan. În figura 10.6, segmentul $AB(ab, a'b')$, concurent cu axul în punctul $B(b, b')$, descrie un elicoid drept. Pentru reprezentarea suprafeţei, se reprezintă linia elicoidală descrisă de punctul $A(a, a')$.

În practică, se întîlnesc, frecvent, suprafeţe elicoidale asamblate pe un cilindru interior, denumit şi cilindru sîmbure (fig. 10.7).

În acest caz, pentru a reprezenta un elicoid drept cu cilindru sîmbure (fig. 10.7), se reprezintă liniile elicoidale descrise de cele două puncte extreme ale segmentului $A(a, a')$ şi $B(b, b')$.

Cilindroidul elicoidal (fig. 10.8) este suprafaţa generată de un segment ale cărei puncte se deplasează după linii elicoidale (două linii curbe) şi rămîne permanent paralel cu un plan (în cazul din fig. 10.8, paralel cu planul orizontal). În figura 10.8 este reprezentat cilindroidul elicoidal generat de segmentul $AB(ab, a'b')$, care este tangent în punctul B la cilindrul sîmbure şi este paralel cu planul orizontal. Pentru a construi reprezentarea, se reprezintă liniile elicoidale descrise de punctele A şi B.

Elicoidul strîmb este suprafaţa generată de o dreaptă concurentă cu axul suprafeţei sub un unghi oarecare, ale cărei puncte se deplasează după linii elicoidale (fig. 10.9). Segmentul $AB(ab, a'b')$, care generează elicoidul strîmb, este întotdeauna paralel cu o generatoare a conului de rotaţie cu vîrful în $S(s, s')$, numit con director.

Scanned with OKEN Scanner

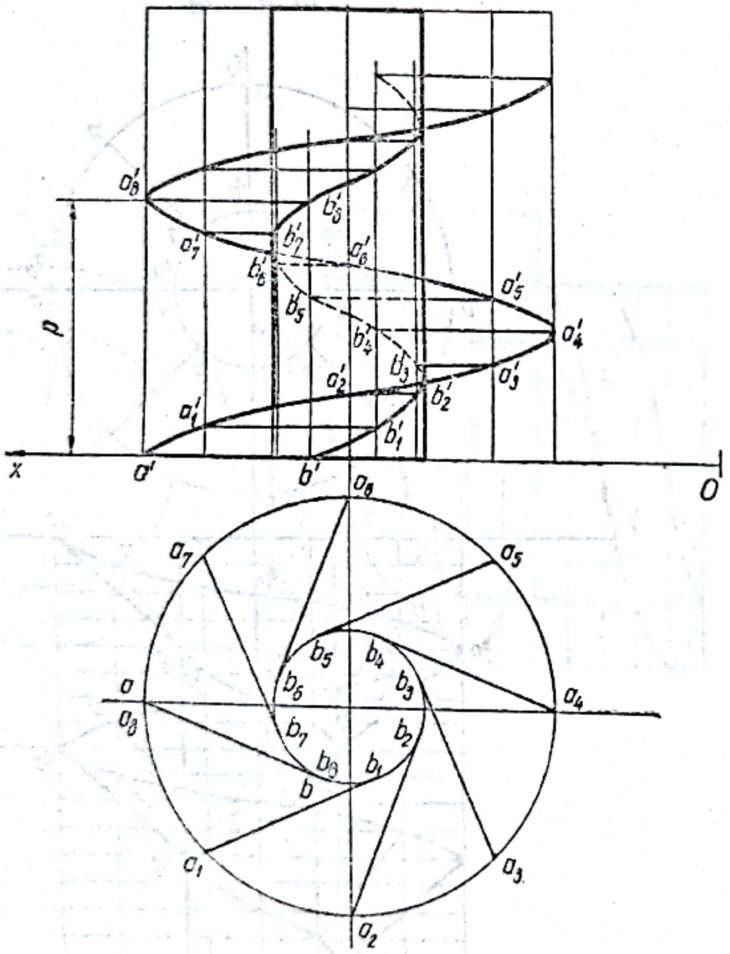


Fig. 10.8

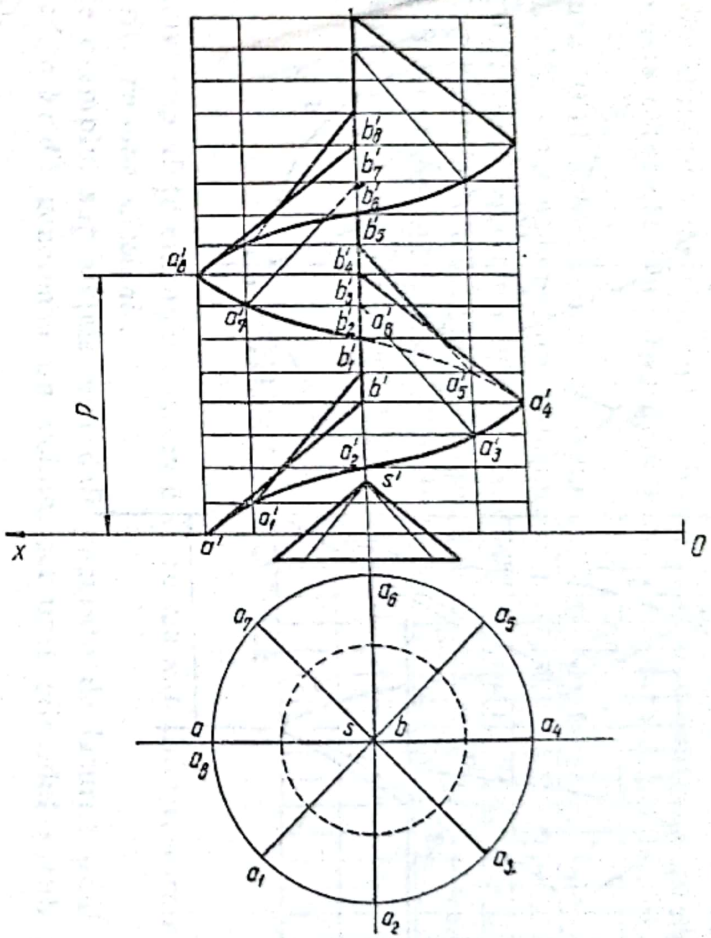


Fig. 10.9

Scanned with OKEN Scanner

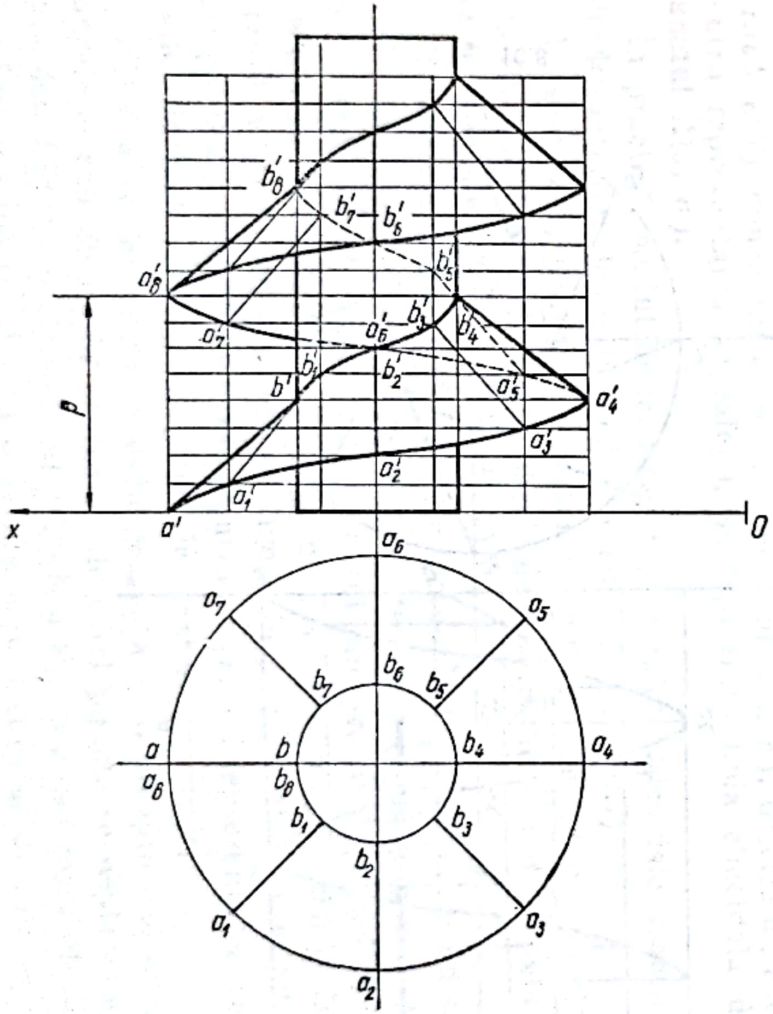


Fig. 10.10

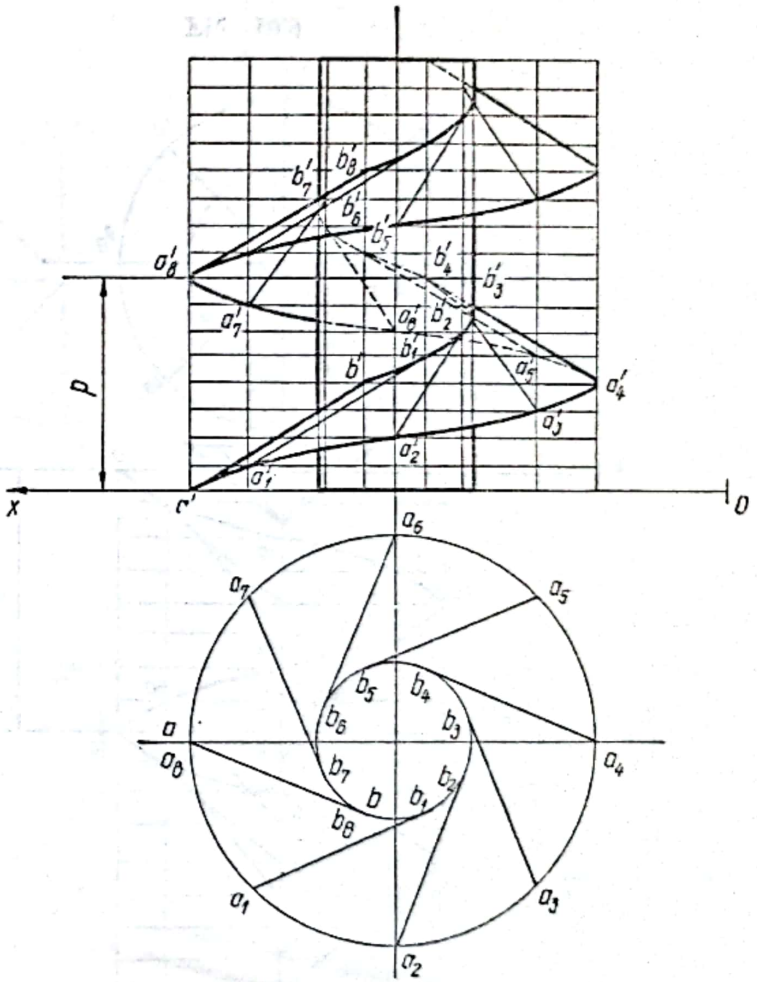


Fig. 10.11

Scanned with OKEN Scanner

În figura 10.10 este reprezentat un elicoid strîmb cu cilindru sîmbure.

Elicoidul evolvent este suprafața generată de o dreaptă tangentă la o linie elicoidală cilindrică, ale cărei puncte se deplasează după linii elicoidale (fig. 10.11).

În figura 10.11 a fost reprezentat elicoidul evolvent generat de segmentul $AB(ab, a'b')$, tangent la cilindrul sîmbure. Pentru a construi reprezentarea, se reprezintă liniile elicoidale descrise de punctele A și B. Secțiunea determinată de un plan perpendicular pe axa suprafeței este o evolventă. Dacă generatoarea AB este tangentă la linia elicoidală descrisă de punctul B, suprafața este desfășurabilă și se mai numește și elicoidul desfășurabil.

10.3. VOLUME ELICOIDALE

Mai multe suprafețe elicoidale, asociate între ele sub diferite forme, generează diferite *volume elicoidale.*

Așa, de exemplu, suprafețele elicoidale generate de laturile unui pătrat $ABCD(abcd, a'b'c'd')$ generează un volum, denumit elicoidul șurub pătrat (fig. 10.12).

În figura 10.13 este reprezentat un arc elicoidal, realizat dintr-o bară cu profil pătrat.

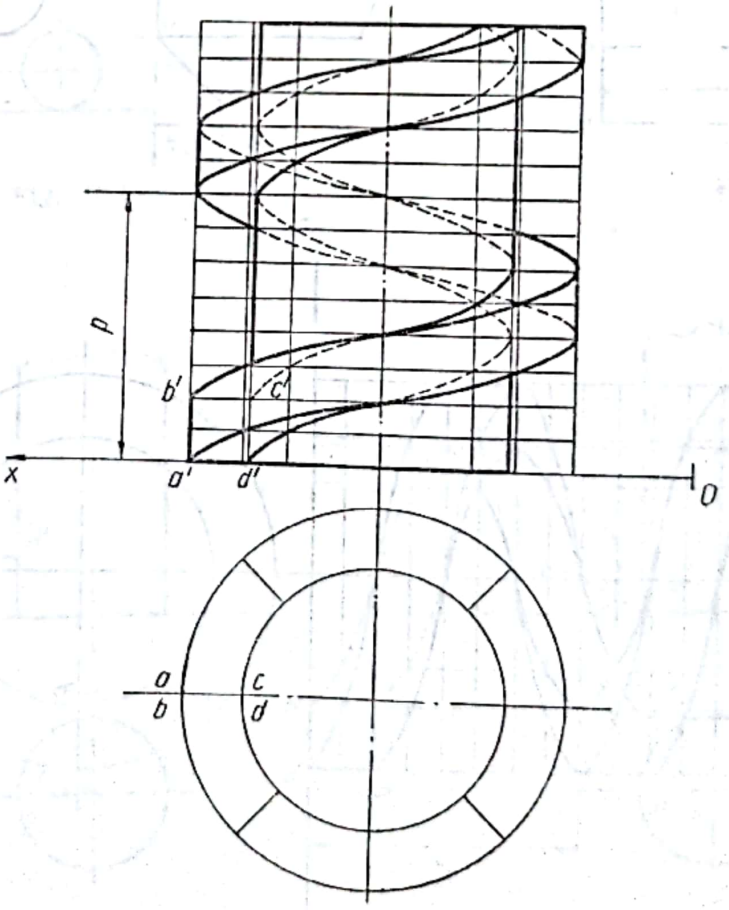


Fig. 10.12

Scanned with OKEN Scanner

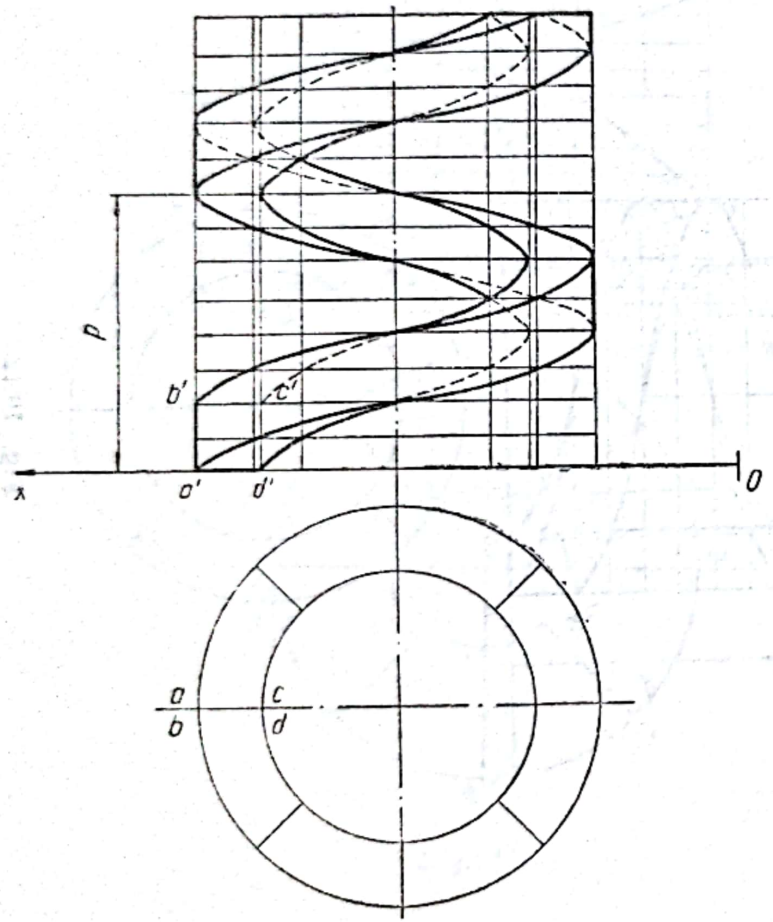


Fig. 10.13

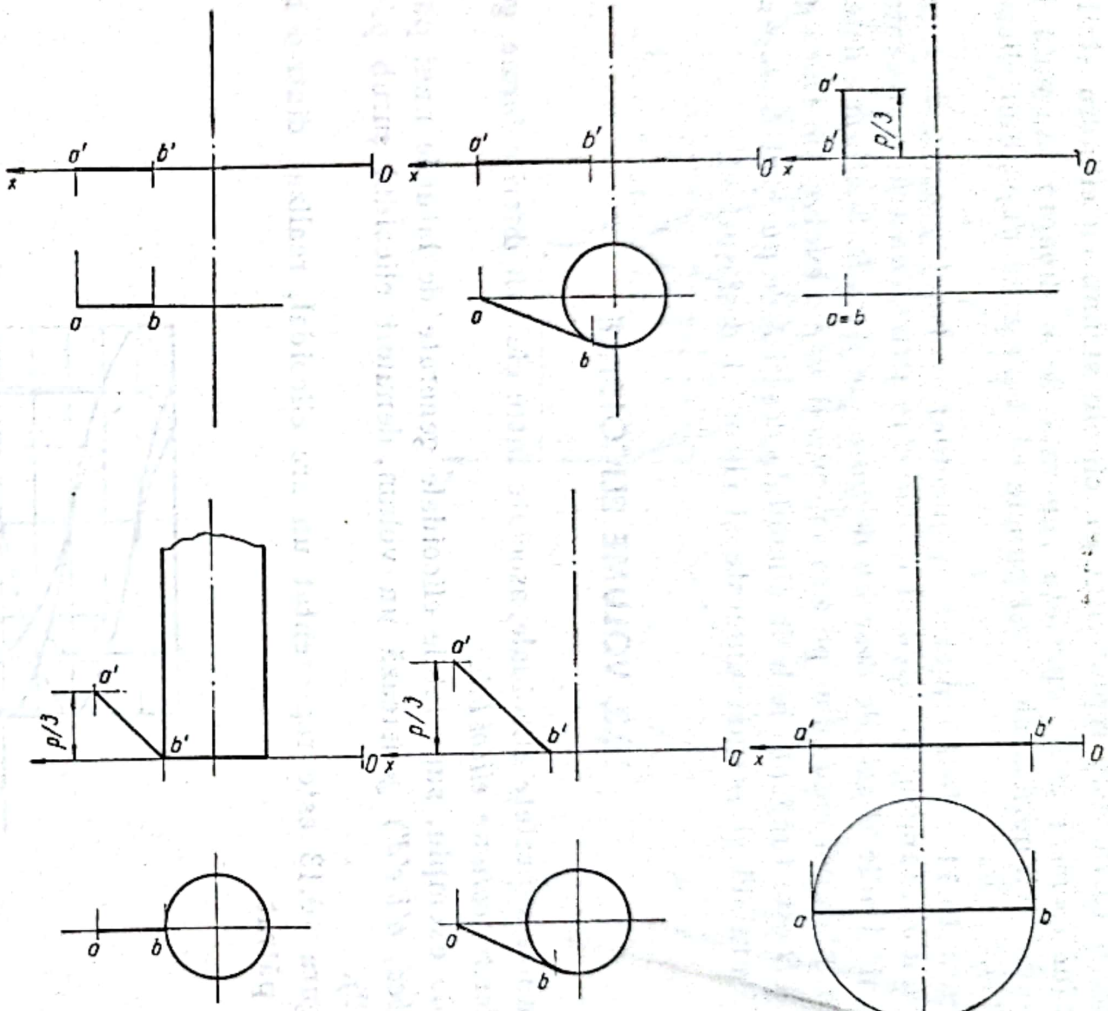


Fig. 10.14

10.4. PROBLEME PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască reprezentarea suprafeţelor elicoidale generate de segmentul $AB(ab,\ a'b')$ (fig. 10.14).

2. Să se construiască reprezentarea suprafeţei elicoidale generate de segmentul $AB(ab,\ a'b')$ (fig. 10.15).

3. Să se construiască reprezentarea volumului elicoidal generat de dreptunghiul $ABCD(abcd,\ a'b'c'd')$ (fig. 10.16).

4. Să se construiască reprezentarea elicoidului şurub pătrat (fig. 10.17).

5. Să se construiască reprezentarea elicoidului şurub triunghiular (fig. 10.18)

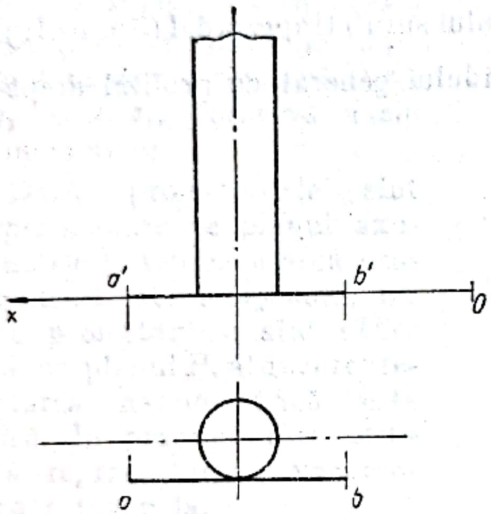


Fig. 10.15

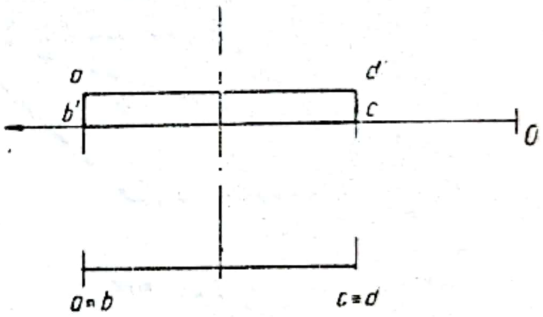


Fig. 10.16

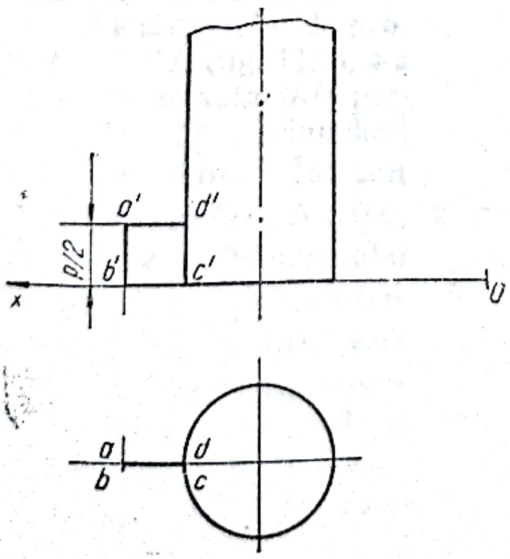


Fig. 10.17

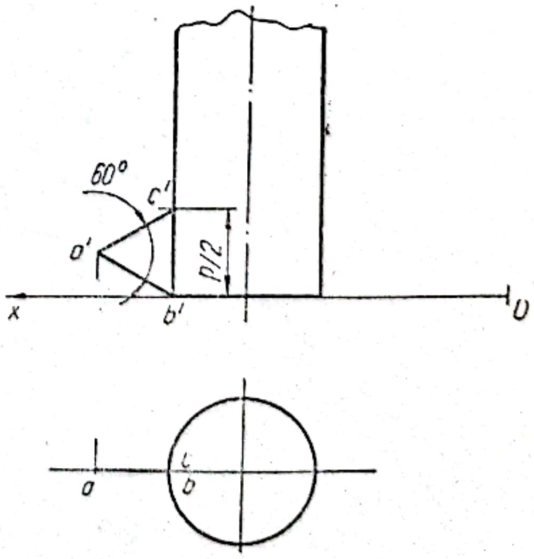


Fig. 10.18

Scanned with OKEN Scanner

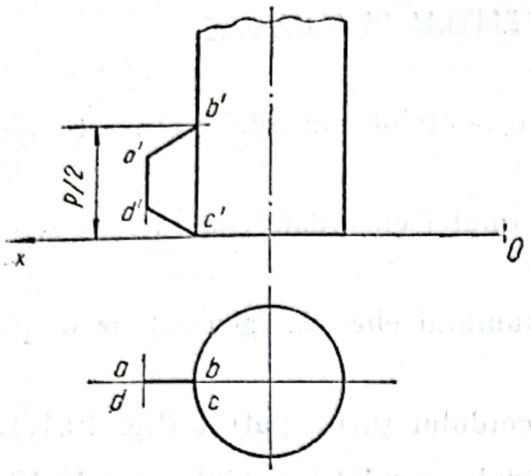


Fig. 10.19

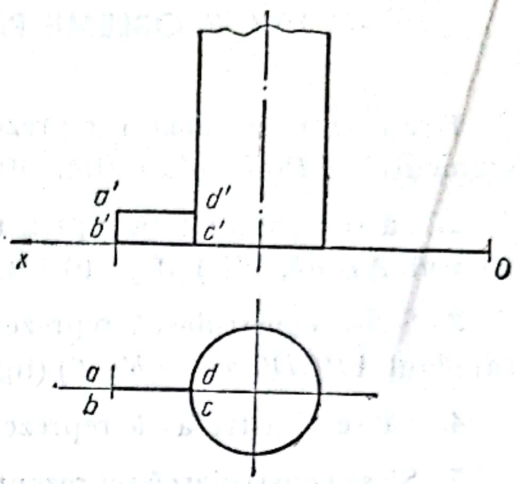


Fig. 10.20

6. Să se construiască reprezentarea elicoidului şurub trapezoidal (fig. 10.19).

7. Să se construiască reprezentarea elicoidului generat de profilul dreptunghiular (fig. 10.20).

11

REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ

Prin reprezentare axonometrică se înțelege proiecția ortogonală sau oblică a unui obiect pe un plan oarecare P, înclinat față de direcțiile principale ale obiectului. Acesta este planul axonometric și intersectează triedrul de proiecție H, V, W după triunghiul axonometric ABC (fig. 11.1). Proiectînd ortogonal centrul O în O_1 pe planul axonometric $P(OO_1 \perp [P])$, axele Ox Oy și Oz se vor proiecta pe planul axonometric după O_1x_1, O_1y_1 și O_1z_1, formînd axele axonometrice.

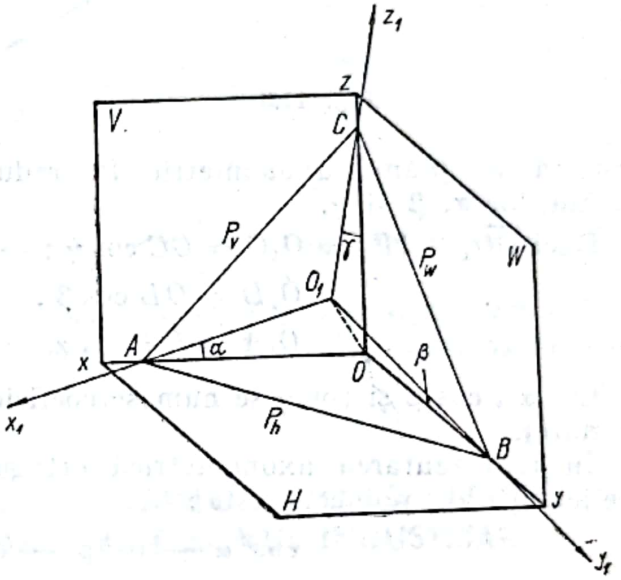


Fig. 11.1

Dacă proiectantele sînt *perpendiculare* pe planul axonometric P, reprezentarea axonometrică este *ortogonală*, iar dacă proiectantele sînt *oblice* față de planul P, atunci reprezentarea axonometrică este *oblică*. În practică este utilizată reprezentarea axonometrică ortogonală.

Triunghiul axonometric ABC este întotdeauna un triunghi ascuțit unghi, iar axele axonometrice sînt înălțimi ale triunghiului axonometric. Din originea O a sistemului de proiecție H, V, W (fig. 11.2), s-a construit proiectanta O_1O perpendiculară pe triunghiul axonometric ABC. Întrucît $OO_1 \perp \Delta\, ABC$ și $CO \perp \Delta\, AOB$, rezultă că planul triunghiului COF, determinat pe dreptele concurente OO_1 și CO, este perpendicular atît pe triunghiul axonometric ABC, cît și pe planul triunghiului AOB. În consecință, triunghiul COF

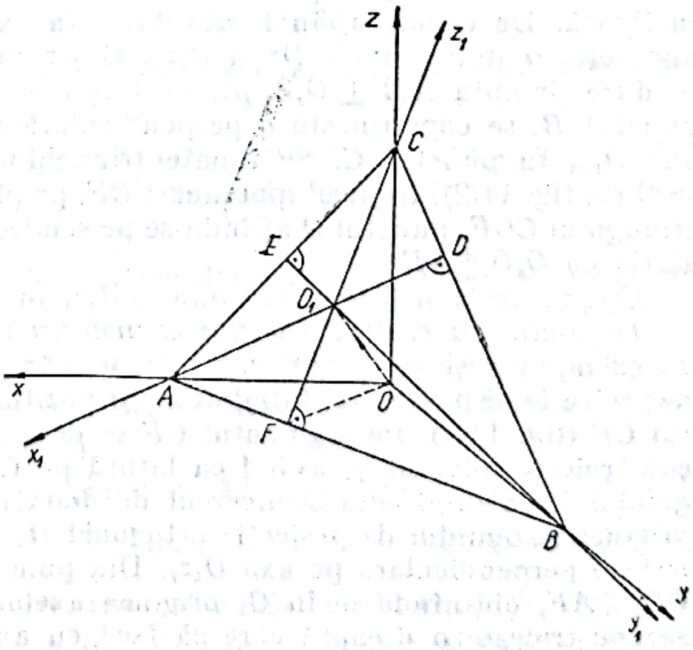


Fig. 11.2

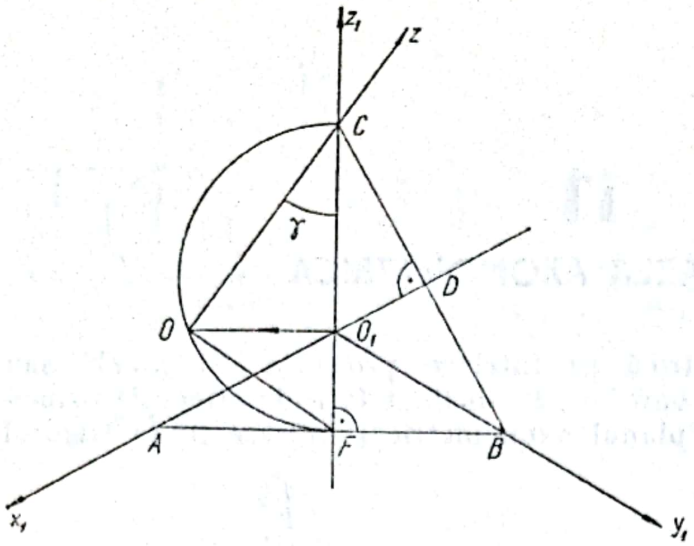


Fig. 11.3

va fi perpendicular şi pe dreapta de intersecţie AB dintre planul triunghiului axonometric ABC şi planul triunghiului AOB.

Rezultă, deci, că latura CF a triunghiului COF, respectiv O_1C (proiecţia axonometrică a axei Oz) este înălţimea, din vîrful C, a triunghiului axonometric ABC. În mod analog, se demonstrează că axele O_1x_1 şi O_1y_1 sînt celelalte două înălţimi ale triunghiului axonometric ABC.

După cum se vede din figura 11.1, axele triedrului de proiecţie Ox, Oy şi Oz se vor proiecta pe planul axonometric P, reduse proporţional cu cosinusurile unghiurilor α, β şi γ.

Dacă $\overline{OO_1} \perp [P] \Rightarrow O_1C = OC \cos \gamma$;

$$O_1B = OB \cos \beta ;$$

$$O_1A = OA \cos \alpha .$$

Cos α , cos β şi cos γ se numesc coeficienţi de reducere (coeficienţi de deformare).

În reprezentarea axonometrică ortogonală, relaţia fundamentală între coeficienţii de reducere este :

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2.$$

Determinarea grafică a unghiurilor α, β *şi* γ se poate executa dacă se cunosc axele axonometrice şi originea O a axelor triedrului de proiecţie nu este dată în figură. De exemplu, în figura 11.3 s-a executat reprezentarea grafică a unghiului γ dintre axele Oz şi O_1z_1. Dintr-un punct A, situat pe axa O_1x_1, se duce dreapta $AB \perp O_1Z_1$ pînă intersectează axa O_1y_1 în punctul B. Din punctul B, se construieşte o perpendiculară pe axa O_1x_1, care intersectează axa O_1z_1 în punctul C. Se rabate triunghiul din spaţiu COF, dreptunghic în O (v. fig. 11.2), în jurul ipotenuzei CF, pe planul axonometric, obţinîndu-se triunghiul COF, punctul O aflîndu-se pe semicercul de diametru CF şi la intersecţia cu $O_1O \parallel AF$.

Unghiurile α şi β se determină grafic, în mod analog.

Determinarea grafică a axelor axonometrice cînd se cunosc două unghiuri, de exemplu α şi γ, dintre axele axonometrice şi axele sistemului ortogonal de proiecţie, se poate face luînd arbitrar poziţia axei O_1z_1, punctul C şi segmentul CF (fig. 11.4). Pe segmentul CF se descrie un semicerc. În punctul C se construieşte unghiul γ, avînd ca latură pe CF. Cea de-a doua latură a unghiului γ va intersecta semicercul de diametru CF în punctul O, care este originea sistemului de proiecţie ortogonal H, V, W. În punctul F se construieşte o perpendiculară pe axa O_1z_1. Din punctul O se construieşte segmentul $OO_1 \parallel AF$, obţinîndu-se în O_1 originea axelor axonometrice. Din punctul O se construieşte o dreaptă care să facă cu axa O_1z_1 unghiul α, obţinîndu-se punctul D_1 pe axa O_1z_1. Din punctul O_1 ca centru şi cu raza O_1D_1 se construi-

Scanned with OKEN Scanner

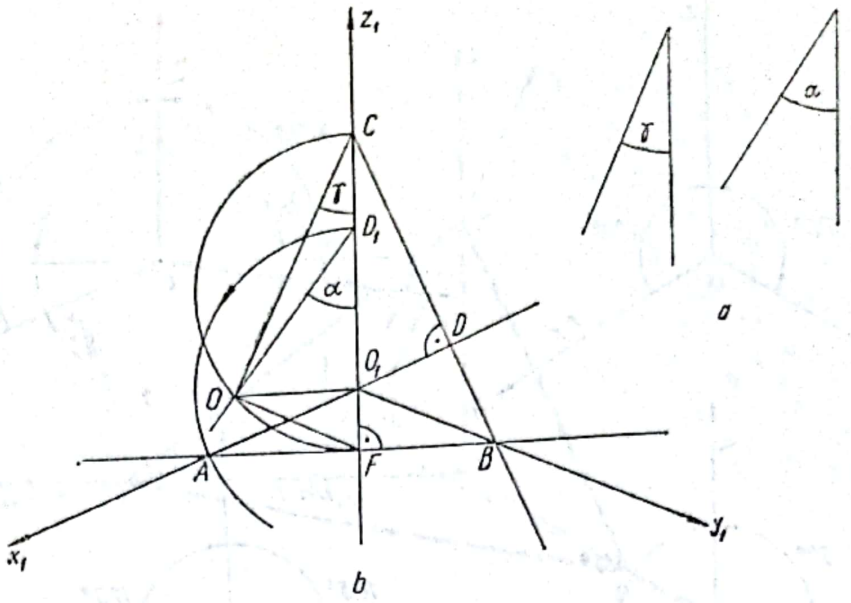


Fig. 11.4

ieşte un arc de cerc, care va intersecta perpendiculara în F pe axa O_1z_1 în punctul A. Unind O_1 cu A, se obţine axa axonometrică O_1x_1.

Din punctul C se construieşte o perpendiculară pe axa O_1x_1, care va intersecta dreapta AF în punctul B. Unind punctul B cu O_1, se obţine axa axonometrică O_1y_1.

11.1. CLASIFICAREA REPREZENTĂRILOR AXONOMETRICE ORTOGONALE UTILIZATE ÎN DESENUL INDUSTRIAL

Reprezentarea axonometrică ortogonală utilizată în desenul industrial se poate clasifica, după coeficienţii de reducere, în :

— reprezentarea axonometrică ortogonală izometrică, cînd $\hat{\alpha} = \hat{\beta} = \hat{\gamma}$; $\cos\alpha = \cos\beta = \cos\gamma$ (fig. 11.5, *a*).

În acest caz, triunghiul axonometric ABC este un triunghi echilateral şi cele trei axe axonometrice fac între ele unghiuri de cîte 120° ; $\cos\alpha = \cos\beta = \cos\gamma \approx 0{,}82$.

În practică, pentru simplificarea construcţiilor şi calculelor, nu se micşorează segmentele paralele cu axele în raportul 82 : 100, ci ele se execută cu dimensiunile lor reale, adică se utilizează pe cele trei axe, scara 1 : 1 ;

— reprezentarea axonometrică ortogonală dimetrică, cînd $\hat{\alpha} = \hat{\gamma} \neq \hat{\beta}$; $\cos\alpha = \cos\gamma \neq \cos\beta$ (fig. 11.5, *b*).

În acest caz, triunghiul axonometric ABC este isoscel şi STAS 613-62 recomandă să se ia $\cos\beta = \dfrac{\cos\alpha}{2}$. Rezultă : $\cos\alpha = 0{,}94$ şi $\cos\beta = 0{,}47$.

În practică, pentru simplificarea calculelor, coeficienţii de reducere se iau $\cos\alpha = \cos\gamma = 1$ şi $\cos\beta = 0{,}5$, deci pe axele O_1x_1 şi O_1z_1 se utilizează scara 1 : 1, iar pe axa O_1y_1 scara 1 : 2.

Scanned with OKEN Scanner

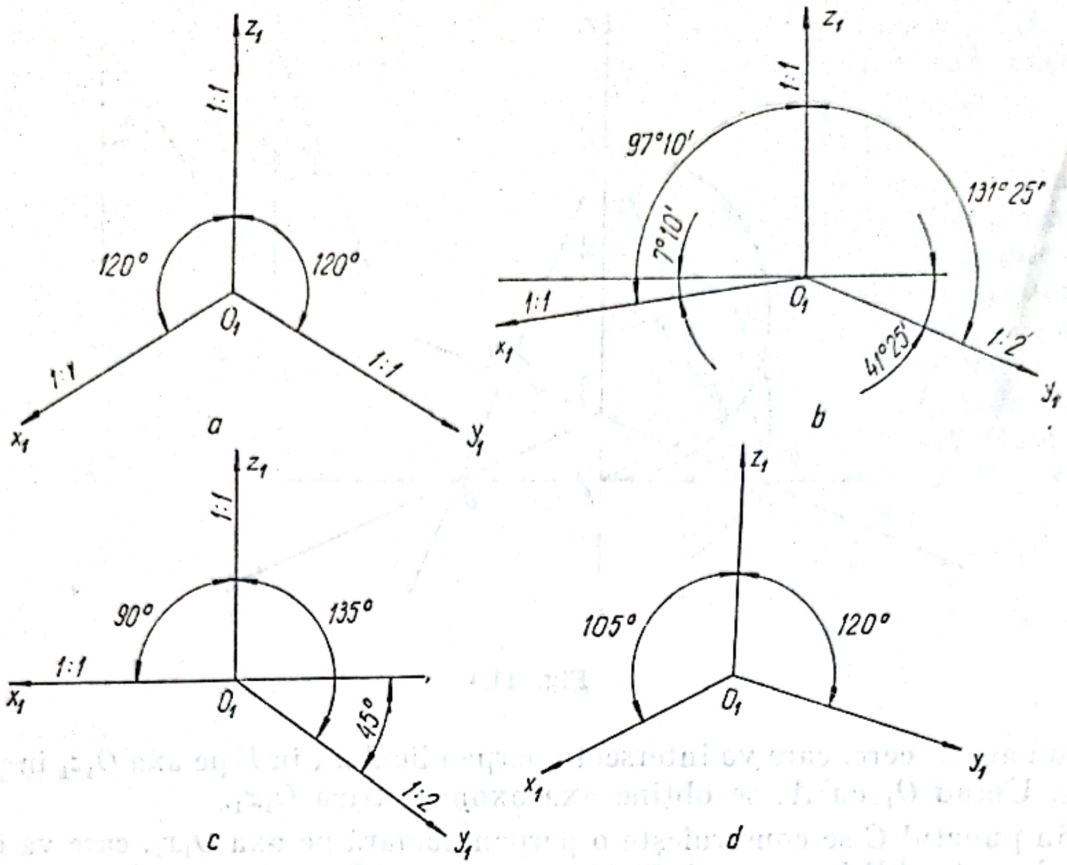


Fig. 11.5

Axele O_1x_1 şi O_1z_1 fac un unghi de 97°10′, iar axa O_1z_1 cu O_1y_1 un unghi de 131°25′ ;

— reprezentarea axonometrică dimetrică frontală, cînd $\hat{\alpha} = \hat{\gamma} \neq \hat{\beta}$; $\cos\alpha = \cos\gamma = 2\cos\beta$, iar planul axonometric P se ia paralel cu planul vertical al sistemului de proiecţie ortogonal V, H, W (fig. 11.5, *c*).

In acest caz, axele O_1x_1 şi O_1z_1 fac un unghi de 90° şi O_1z_1 cu O_1y_1 un unghi de 135°. Coeficienţii de reducere se iau $\cos\alpha = \cos\gamma = 1$ şi $\cos\beta = 0{,}5$, deci pe axele O_1x_1 şi O_1z_1 se utilizează scara 1 : 1, iar pe axa O_1y_1 scara 1 : 2 ;

— reprezentare axonometrică ortogonală trimetrică (anizometrică), cînd $\hat{\alpha} \neq \hat{\beta} \neq \hat{\gamma}$; $\cos\alpha \neq \cos\beta \neq \cos\gamma$, iar triunghiul axonometric este un triunghi oarecare (fig. 11.5, *d*).

11.2. REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ A PUNCTULUI

În figura 11.6 este reprezentată proiecţia axonometrică ortogonală a unui punct M din spaţiu, raportat la sistemul de proiecţie ortogonal H, V, W.

Axele Ox, Oy şi Oz se proiectează axonometric după axele axonometrice O_1x_1, O_1y_1 şi O_1z_1.

Punctul M_1 este proiecţia axonometrică ortogonală a punctului M din spaţiu ($MM_1 \parallel OO_1$), iar punctul m_1 este proiecţia axonometrică ortogonală a punctului m, care este proiecţia ortogonală a punctului M din spaţiu pe planul xoy($mm_1 \parallel OO_1$).

Scanned with OKEN Scanner

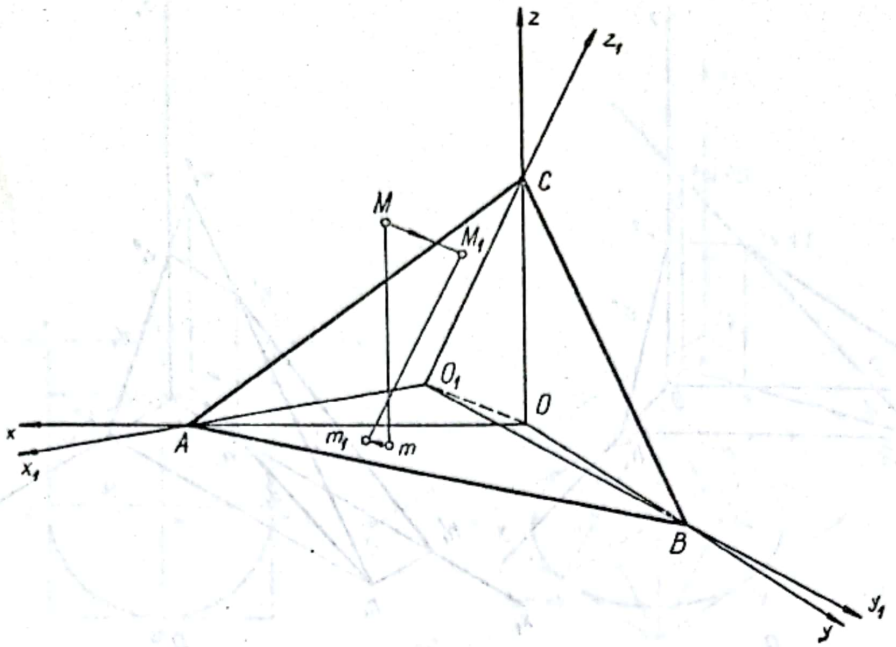


Fig. 11.6

Proiecția M_1 a punctului M pe planul axonometric se numește *proiecție principală*, iar proiecția m_1 a proiecției m pe planul axonometric se numește *proiecție secundară*.

În mod analog, se pot afla proiecțiile secundare : verticală m_1' și laterală m_1'' ale proiecțiilor ortogonale m' și m''.

Imaginea axonometrică a unui punct M este constituită de proiecția principală M_1 și una din proiecțiile secundare (m_1, m_1' sau m_1'') ; ea determină precis poziția punctului M din spațiu.

11.3. REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ A DREPTEI

În figura 11.7, *a* este reprezentată în spațiu o dreaptă D ale cărei proiecții sînt d, d' și d''. Dreapta D are urma orizontală $H(h, h', h'')$, urma verticală $V(v, v', v'')$ și urma laterală $W(w, w', w'')$.

În figura 11.7, *b* este construită imaginea axonometrică a dreptei $D(d, d', d'')$ date. Fiind dată dreapta D prin proiecția principală D_1 și proiecția secundară d_1, se obține imaginea axonometrică a urmei orizontale $H_1(h_1, h_1')$, unde : $h_1 = d_1 \cap D_1$ și h_1' la intersecția paralelei duse din h_1 la axa O_1y_1 cu axa O_1x_1 ($h_1' = h'h_1 \cap O_1x_1$; $h_1h_1' \parallel O_1y_1$).

Proiecțiile axonometrice ale urmei verticale $V_1(v_1, v_1')$ sînt : $v_1 = d_1 \cap O_1x_1$, iar din v_1 se duce o paralelă la axa O_1z_1 și la intersecția acesteia cu D_1 se obține proiecția v_1'. Unind v_1' cu h_1', se obține proiecția secundară d_1'. Construind proiecțiile h_1'' și v_1'', se obține și proiecția secundară d_1'' ($h_1h_1'' \parallel O_1x_1$; $v_1'v_1'' \parallel O_1x_1$; $v_1''h_1'' \equiv d_1''$).

Proiecțiile axonometrice ale urmei laterale $W_1(w_1, w_1', w_1'')$ se obțin : $w_1 = d_1 \cap O_1y_1$; din w_1 se construiește o paralelă la axa O_1z_1 și la intersecția cu D_1 se obține w_1''. Ca verificare, proiecția secundară d_1'' trebuie să treacă prin w_1''.

Scanned with OKEN Scanner

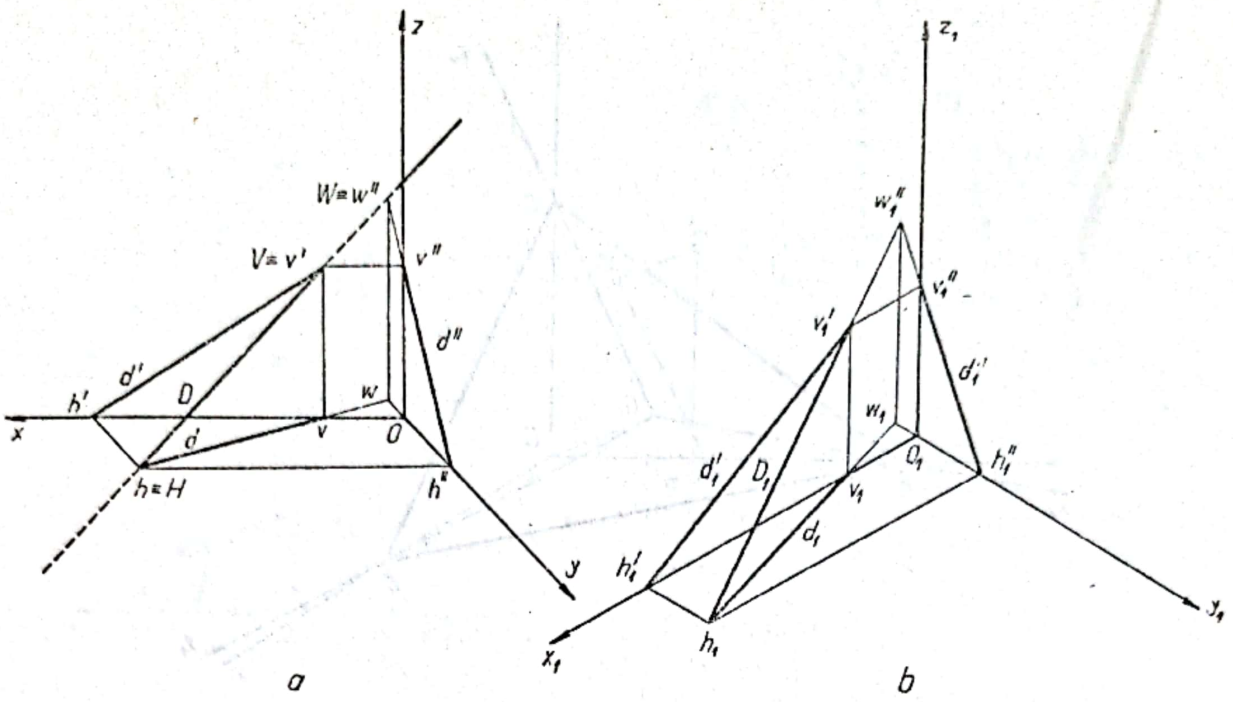


Fig. 11.7

Din cele expuse, rezultă că imaginea axonometrică a unei drepte D este constituită din proiecția principală D_1 și una din proiecțiile secundare d_1, d_1' dau d_1''.

11.4. REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ A PLANULUI

În figura 11.8, *a* este reprezentat în spațiu un plan oarecare P, care intersectează sistemul ortogonal de proiecție H, V, W, după urmele P_h, P_v și P_w.

Imaginea axonometrică a planului oarecare P (fig. 11.8, *b*) se reprezintă prin urmele P_{1h}, P_{1v} și P_{1w}, care sînt concurente două cîte două pe axele axonometrice.

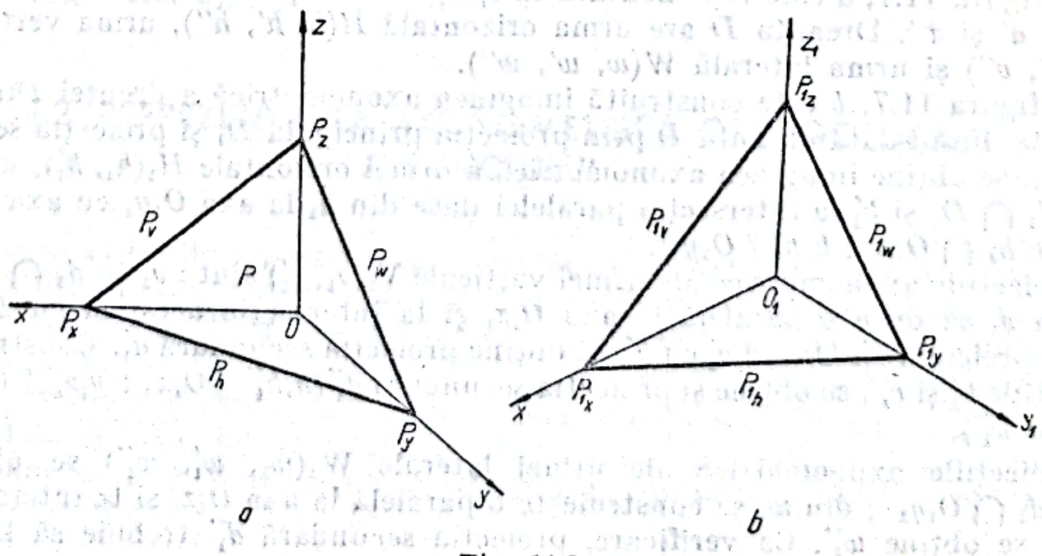


Fig. 11.8

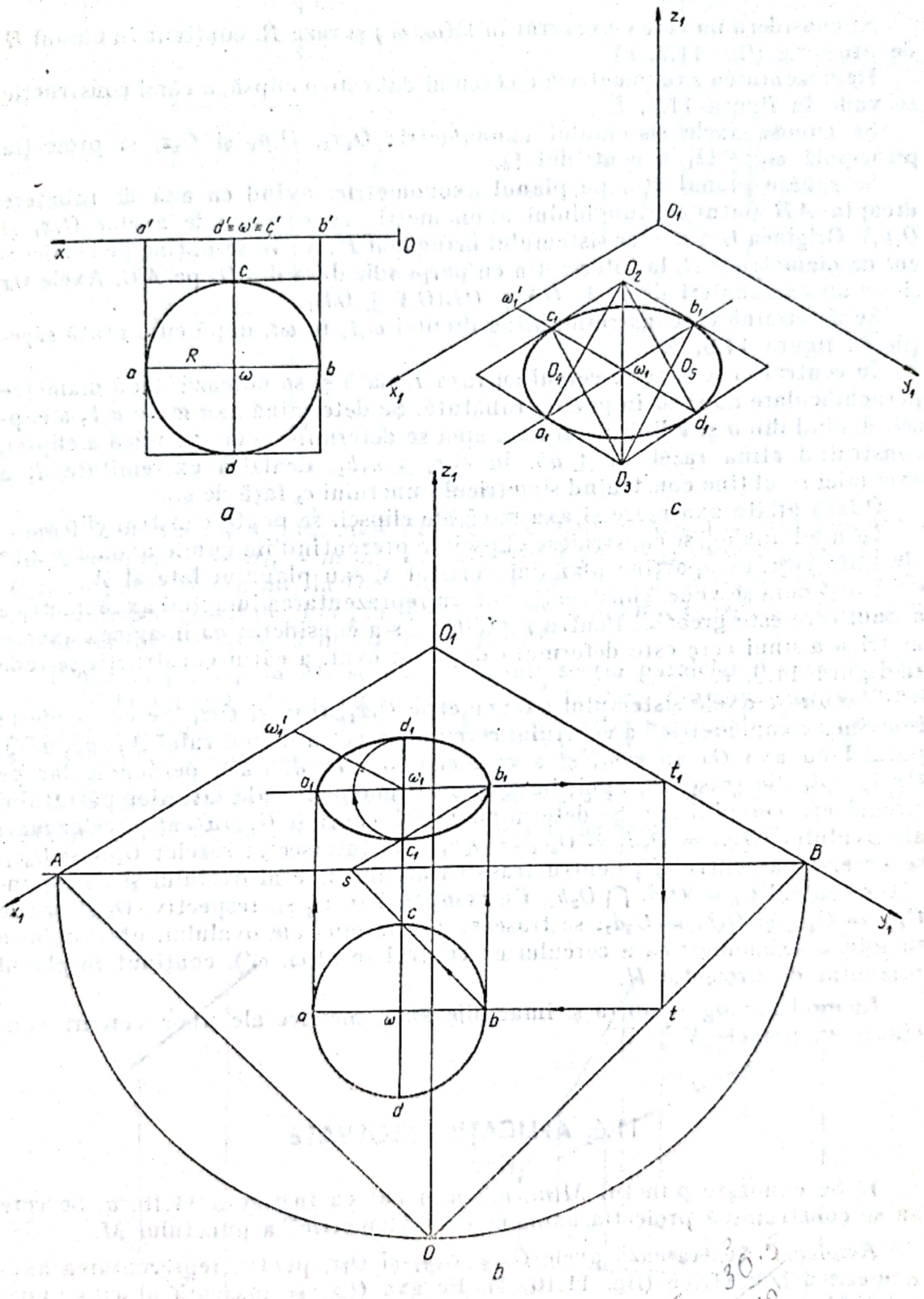

a' d'≡ω'≡c' b'
x
0
c
R
a
ω
b
d
a
z1
O1
O2
ω1'
c1
b1
x1
O4
ω1
O5
y1
a1
d1
O3
c
z1
O1
ω1'
d1
01
ω1
b1
t1
A
B
c1
s
x1
c
y1
a
ω
b
t
d
0
b

Fig. 11.9

11.5. REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ A CERCULUI

Se consideră un cerc cu centrul în $\Omega(\omega, \omega')$ și raza R, conținut în planul H de proiecție (fig. 11.9, *a*).

Reprezentarea axonometrică a cercului dat este o elipsă, a cărei construcție se vede în figura 11.9, *b*.

Se cunosc axele sistemului axonometric O_1x_1, O_1y_1 și O_1z_1 și proiecția principală $\omega_1 \equiv \Omega_1$ a centrului Ω.

Se rabate planul xOy pe planul axonometric, avînd ca axă de rabatere dreapta AB (latura triunghiului axonometric ce corespunde axelor O_1x_1 și O_1y_1). Originea O a axelor sistemului ortogonal H, V, W se obține pe semicercul de diametru AB, la intersecția cu perpendiculara din O_1 pe AB. Axele Ox și Oy au ca rabateri dreptele OA și $OB(OA \perp OB)$.

Se determină ω, construind afina dreptei ω_1t_1 în ωt, după cum arată săgețile în figura 11.9, *b*.

În centrul ω se descrie cercul cu raza R dată și se notează două diametre perpendiculare ab și cd în poziție rabătută. Se determină axa mare a_1b_1 a elipsei, ducînd din a și b linii de ordine, apoi se determină semiaxa mică a elipsei, construind afina razei $\omega c \perp ab$, în $\omega_1c_1 \perp a_1b_1$. Cealaltă extremitate d_1 a axei mici se obține construind simetricul punctului c_1 față de ω_1.

Odată aflate axa mare și axa mică ale elipsei, se poate construi elipsa.

În mod analog, se construiesc elipsele reprezentînd imaginile axonometrice ale unui cerc ce aparține planului vertical V sau planului lateral W.

După cum se vede, construcția pentru reprezentarea imaginii axonometrice a unui cerc este greoaie. Pentru rapiditate, s-a considerat că imaginea axonometrică a unui cerc este deformată după un oval, a cărui construcție se vede în figura 11.9, *c*.

Se cunosc axele sistemului axonometric O_1x_1, O_1y_1 și O_1z_1. Se construiește imaginea axonometrică a centrului cercului în ω_1, a diametrului $AB(ab, a'b')$, paralel cu axa Ox în a_1b_1, și a diametrului $CD(cd, c'd')$, perpendicular pe Ox în c_1d_1. Se trasează, apoi, imaginile axonometrice ale laturilor pătratului circumscris cercului dat. Se determină, astfel, centrele O_2 și O_3 ale arcelor mari ale ovalului $(O_2a_1 = O_2d_1 = O_3c_1 = O_3b_1)$. La intersecția razelor O_2a_1 și O_3c_1, se determină centrul O_4 pentru trasarea arcului mic al ovalului și corespunzător centrul $O_5 = O_2d_1 \cap O_3b_1$. Cu compasul în O_4 și, respectiv, O_5 și razele $O_4c_1 = O_4a_1$ și $O_5b_1 = O_5d_1$, se trasează arcele mici ale ovalului, obținîndu-se imaginea axonometrică a cercului cu centrul în $\Omega(\omega, \omega')$, conținut în planul orizontal de proiecție H.

În mod analog, se obțin și imaginile axonometrice ale unor cercuri conținute în planele V și W.

11.6. APLICAȚII REZOLVATE

1. Se cunoaște punctul $M(m, m', m'')$ dat ca în figura 11.10, *a*. Se cere să se construiască proiecția axonometrică izometrică a punctului M.

Rezolvare. Se trasează axele O_1x_1, O_1y_1 și O_1z_1 pentru reprezentarea axonometrică izometrică (fig. 11.10, *b*). Pe axa O_1x_1 se măsoară abscisa punctului M, adică segmentul $Om_x = O_1m_{1x}$. Pe axa O_1y_1 se măsoară depărtarea punctului M, adică segmentul $Om_y = O_1m_{1y}$. La intersecția paralelei duse din m_{1x} la axa O_1y_1 cu paralela m_1y cu axa O_1x_1, se obține proiecția secun-

Scanned with OKEN Scanner

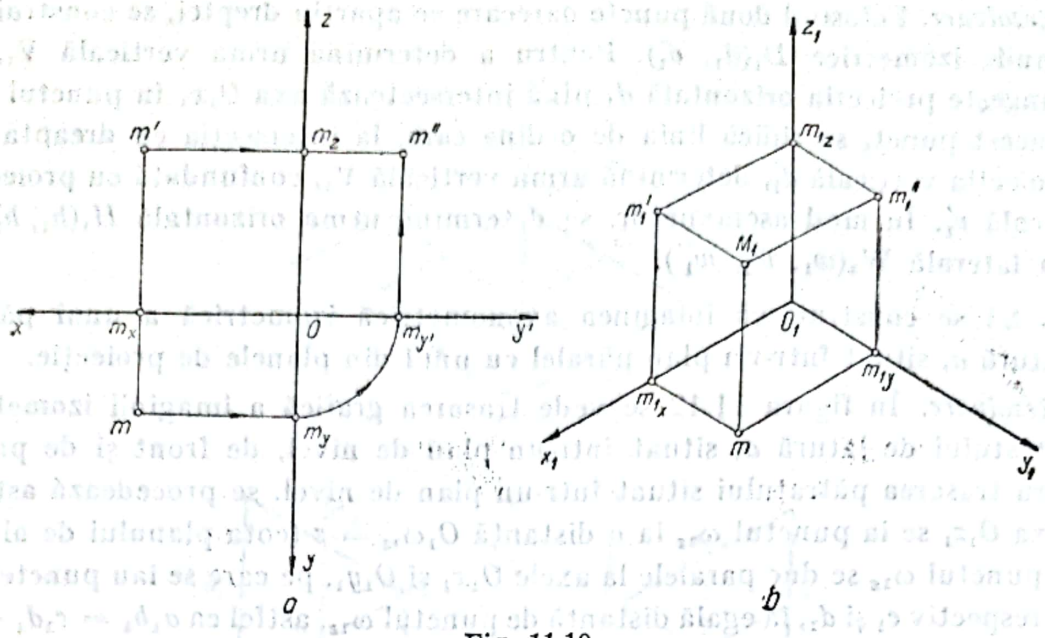


Fig. 11.10

dară orizontală m_1 a punctului M. Pe axa O_1z_1 se măsoară cota punctului, adică segmentul $O_1m_{1z} = m_xm'$. La intersecția paralelei duse din m_{1z} la axa O_1z_1 cu paralela din m_{1z} la O_1x_1, se obține proiecția secundară verticală m_1', iar la intersecția paralelei m_{1z} la O_1y_1 cu paralela din m_{1y} la O_1z_1 se obține proiecția secundară laterală m_1'' a punctului M.

Proiecția principală M_1 se obține la intersecția paralelei din m_1 la O_1z_1 cu paralela din m_1' la O_1y_1 și cu paralela din m_1'' la O_1x_1. S-a construit imaginea axonometrică a punctului M, formată din proiecția principală M_1 și proiecțiile secundare : orizontală m_1, verticală m_1' și laterală m_1''.

2. Să se construiască reprezentarea izometrică a dreptei $D(d, d')$, reprezentată ortogonal în figura 11.11, *a*, și să se determine urmele dreptei.

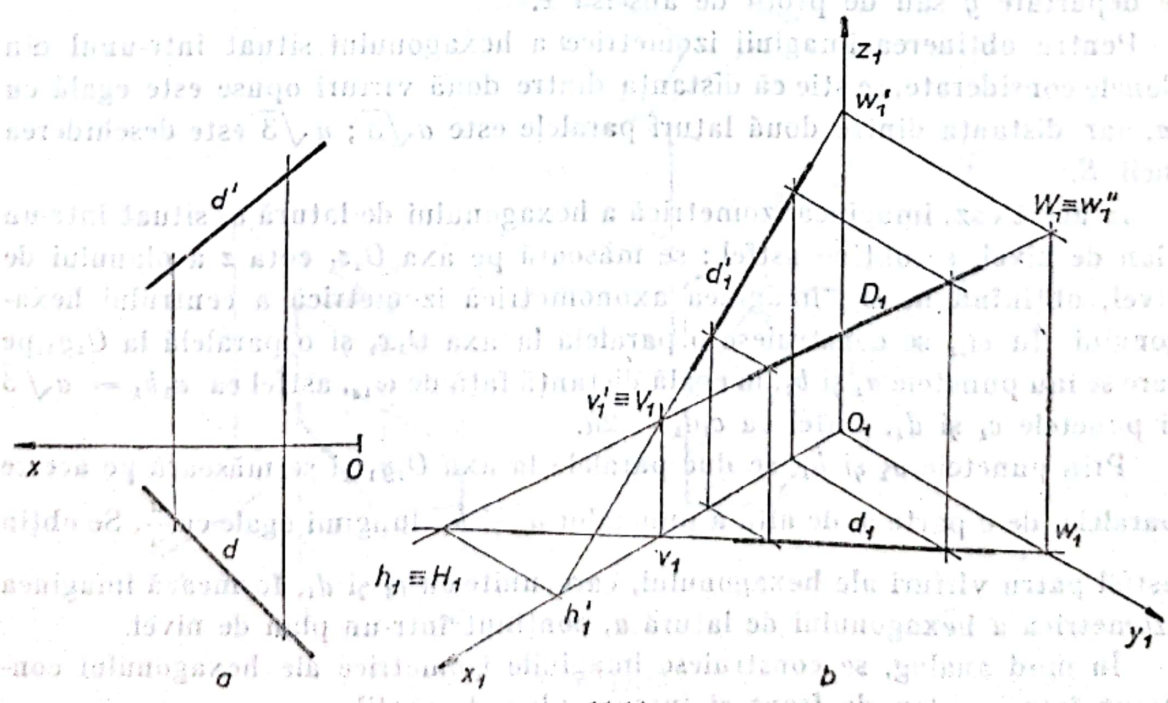


Fig. 11.11

Rezolvare. Folosind două puncte oarecare ce aparţin dreptei, se construiesc imaginile izometrice $D_1(d_1,\ d_1')$. Pentru a determina urma verticală V_1, se prelungeşte proiecţia orizontală d_1 pînă intersectează axa O_1x_1 în punctul v_1. Din acest punct, se ridică linia de ordine care, la intersecţia cu dreapta D_1 şi proiecţia verticală d_1', determină urma verticală V_1, confundată cu proiecţia verticală v_1'. În mod asemănător, se determină urma orizontală $H_1(h_1,\ h_1')$ şi urma laterală $W_1(w_1,\ w_1',\ w_1'')$.

3. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a unui pătrat de latură a, situat într-un plan paralel cu unul din planele de proiecţie.

Rezolvare. În figura 11.12 se vede trasarea grafică a imaginii izometrice a pătratului de latură a, situat într-un plan de nivel, de front şi de profil. Pentru trasarea pătratului situat într-un plan de nivel, se procedează astfel : pe axa O_1z_1 se ia punctul ω_{1z} la o distanţă $O_1\omega_{1z} = z$ (cota planului de nivel). Prin punctul ω_{1z} se duc paralele la axele O_1x_1 şi O_1y_1, pe care se iau punctele a_1 şi b_1, respectiv c_1 şi d_1, la egală distanţă de punctul ω_{1z}, astfel ca $a_1b_1 = c_1d_1 = a$. Din punctele a_1 şi b_1, se duc paralele la axa O_1y_1, iar prin punctele c_1 şi d_1 se duc paralele la axa O_1x_1, obţinîndu-se imaginea izometrică a pătratului dat.

Construcţia imaginii izometrice a pătratului situat într-un plan de front de depărtare y sau într-un plan de profil de abscisă x se efectuează în mod analog.

4. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a unui hexagon, de latură a, situat într-un plan paralel cu unul din planele de proiecţie.

Rezolvare. În figura 11.13 se redă construcţia imaginii izometrice a unui hexagon de latură a, situat într-un plan de nivel de cotă z, respectiv de front de depărtare y sau de profil de abscisă x.

Pentru obţinerea imaginii izometrice a hexagonului situat într-unul din planele considerate, se ştie că distanţa dintre două vîrfuri opuse este egală cu $2a$, iar distanţa dintre două laturi paralele este $a\sqrt{3}$; $a\sqrt{3}$ este deschiderea cheii S.

În acest caz, imaginea izometrică a hexagonului de latură a, situat într-un plan de nivel, se obţine astfel : se măsoară pe axa O_1z_1 cota z a planului de nivel, obţinînd în ω_{1z} imaginea axonometrică izometrică a centrului hexagonului. În ω_{1z} se construiesc o paralelă la axa O_1x_1 şi o paralelă la O_1y_1, pe care se iau punctele a_1 şi b_1, la egală distanţă faţă de ω_{1z}, astfel ca $a_1b_1 = a\sqrt{3}$ şi punctele c_1 şi d_1, astfel ca $c_1d_1 = 2a$.

Prin punctele a_1 şi b_1, se duc paralele la axa O_1y_1 şi se măsoară pe aceste paralele, de o parte şi de alta a punctelor a_1 şi b_1, lungimi egale cu $\frac{a}{2}$. Se obţin astfel patru vîrfuri ale hexagonului, care, unite cu c_1 şi d_1, formează imaginea izometrică a hexagonului de latură a, conţinut într-un plan de nivel.

În mod analog, se construiesc imaginile izometrice ale hexagonului conţinut într-un plan de front şi într-un plan de profil.

Scanned with OKEN Scanner

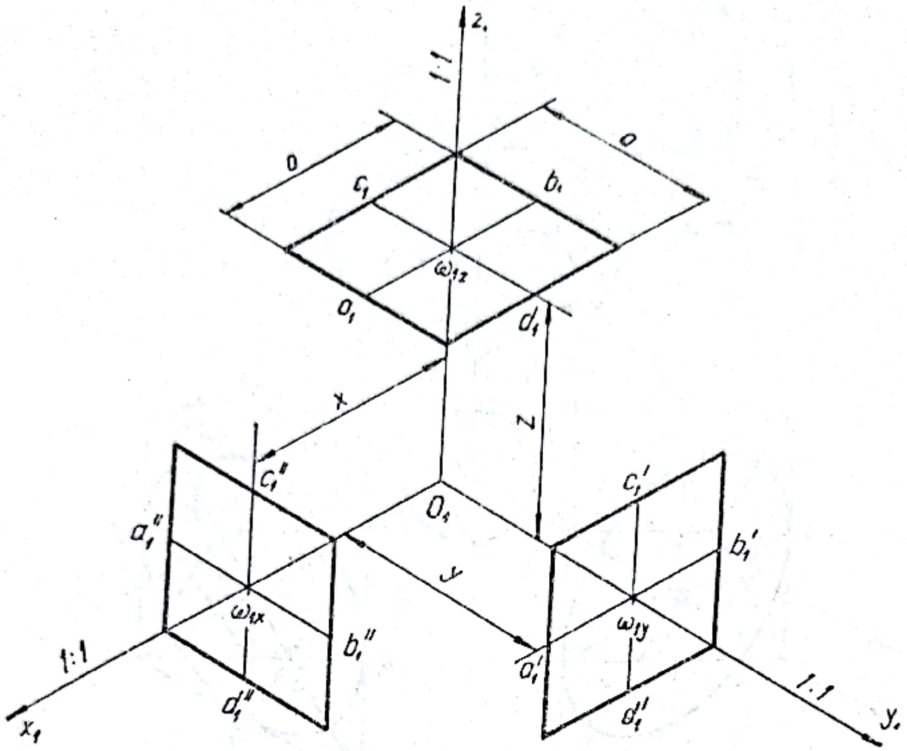


Fig. 11.12

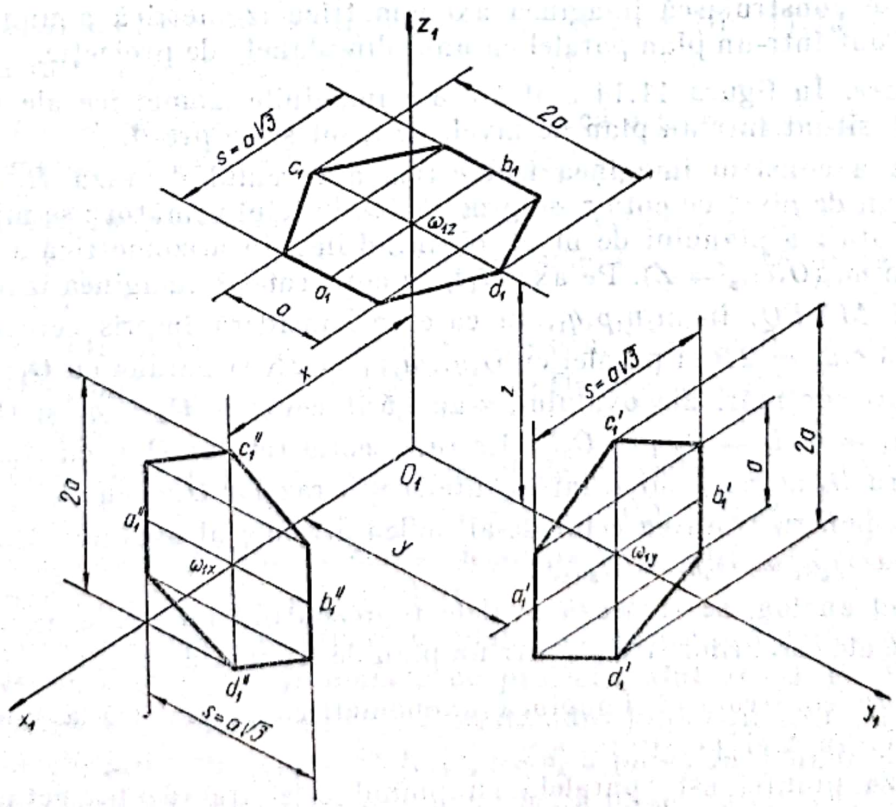


Fig. 11.13

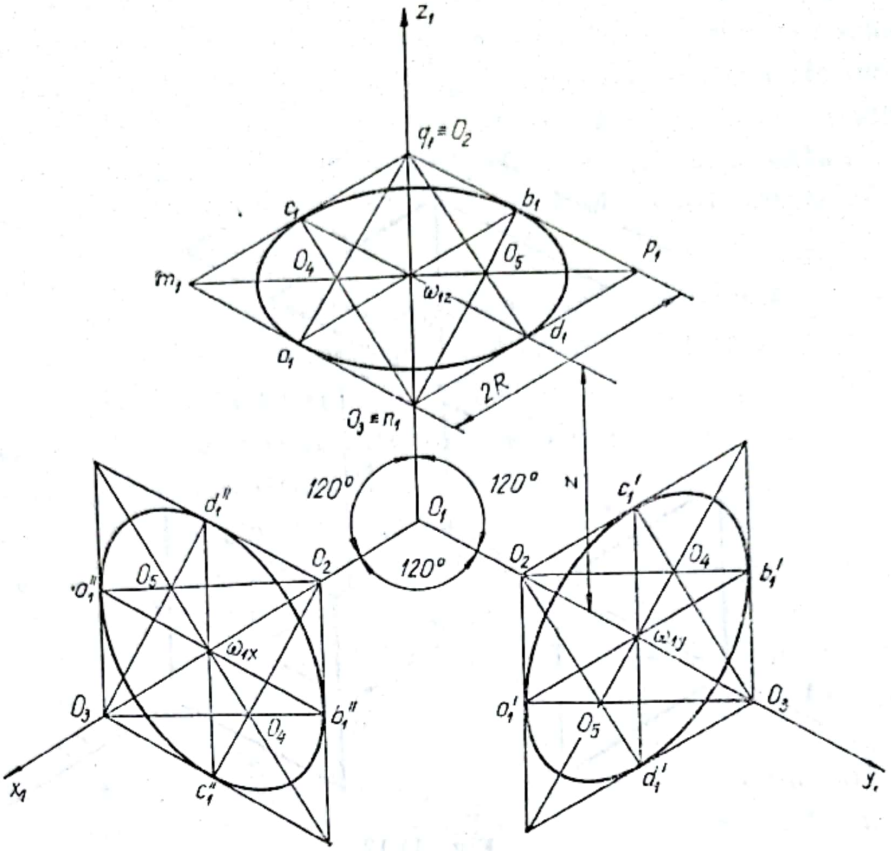


Fig. 11.14

5. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a unui cerc de rază R, situat într-un plan paralel cu unul din planele de proiecție.

Rezolvare. În figura 11.14 sînt trasate imaginile izometrice ale unui cerc de rază R, situat într-un plan de nivel, de front și de profil.

Pentru a construi imaginea izometrică a cercului de rază R, construit într-un plan de nivel de cotă z, se procedează în felul următor : se măsoară pe axa O_1z_1 cota z a planului de nivel, obținînd imaginea izometrică a centrului cercului în $\omega_{1z}(O_1\omega_{1z} = Z)$. Pe axa O_1z_1 se construiește imaginea izometrică a pătratului $MNPQ$, în $m_1n_1p_1q_1$, în care se consideră înscris cercul. În ω_{1z} se trasează $c_1d_1 = 2R$ și paralel cu O_1y_1, $a_1b_1 = 2R$ și paralel cu O_1x_1. Pentru trasarea arcelor mari ale ovalului, s-au găsit centrele $O_2 \equiv q_1$ și $O_3 \equiv n_1$ și razele $O_2a_1 = O_2d_1 = O_3c_1 = O_3b_1$. La intersecția razelor O_2a_1 cu O_3c_1, rezultă noul centru O_4 al razei mici, iar la intersecția razelor O_2d_1 cu O_3b_1, se obține centrul O_5 pentru trasarea celui de-al doilea arc mic al ovalului. Razele mici sînt $O_4c_1 = O_4a_1 = O_5b_1 = O_5d_1$.

În mod analog, se trasează ovalele reprezentînd imaginile axonometrice izometrice ale cercurilor situate într-un plan de front și de profil.

6. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a unei piulițe hexagonale în trei poziții :

— baza piuliței este paralelă cu planul orizontal de proiecție H ;
— baza piuliței este paralelă cu planul vertical de proiecție V ;
— baza piuliței este paralelă cu planul lateral de proiecție W.

Scanned with OKEN Scanner

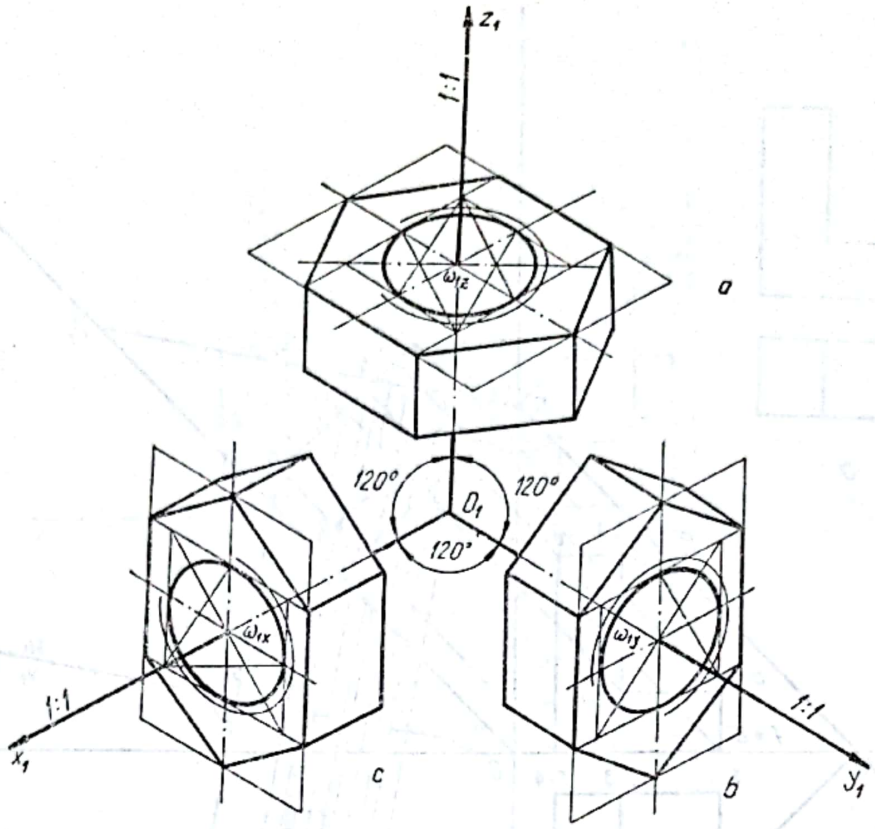


Fig. 11.15

Rezolvare. În figura 11.15 sînt reprezentate imaginile axonometrice izometrice ale unei piuliţe hexagonale cu baza conţinută într-un plan de nivel (fig. 11.15, *a*), cu baza conţinută într-un plan de front (fig. 11.15, *b*) şi cu baza conţinută într-un plan de profil (fig. 11.15, *c*).

7. Să se construiască imaginea axonometrică a piesei din figura 11.16, *a*, utilizînd metoda schimbării planelor de proiecţie.

Rezolvare. În figura 11.16, *b* se prezintă ordinea construcţiilor grafice pentru transpunerea dublei proiecţii ortogonale a unei piese, în reprezentare axonometrică.

Se reprezintă planul axonometric P prin urmele P_h şi P_v pe care se proiectează ortogonal sistemul de axe Ox, Oy şi Oz cît şi piesa dată în dublă proiecţie ortogonală.

Printr-o schimbare a planului orizontal de proiecţie în H_1, planul axonometric $P(P_h, P_v)$ este adus în poziţia $P_1(P_{h1}, P_v) \perp [H_1]$; axa O_1x_1 este perpendiculară în C pe P_v. Se construieşte proiecţia $a_1b_1c_1d_1e_1f_1 1_1 2_1 3_1 4_1 5_1 6_1$ a piesei date pe noul plan orizontal H_1.

Se efectuează o nouă schimbare de plan, dar de această dată o schimbare de plan vertical, astfel încît planele de proiecţie sînt H_1 şi V_1. Noua axă O_2x_2 este paralelă cu P_{h1}, deci $P(P_h, P_v)$ este adus în poziţie de plan de front. Se construieşte proiecţia $a_1b_1c_1d_1'e_1f_1' 1_1' 2_1' 3_1' 4_1' 5_1' 6_1'$ a piesei în planul de proiecţie V_1, care reprezintă imaginea axonometrică a piesei date.

Scanned with OKEN Scanner

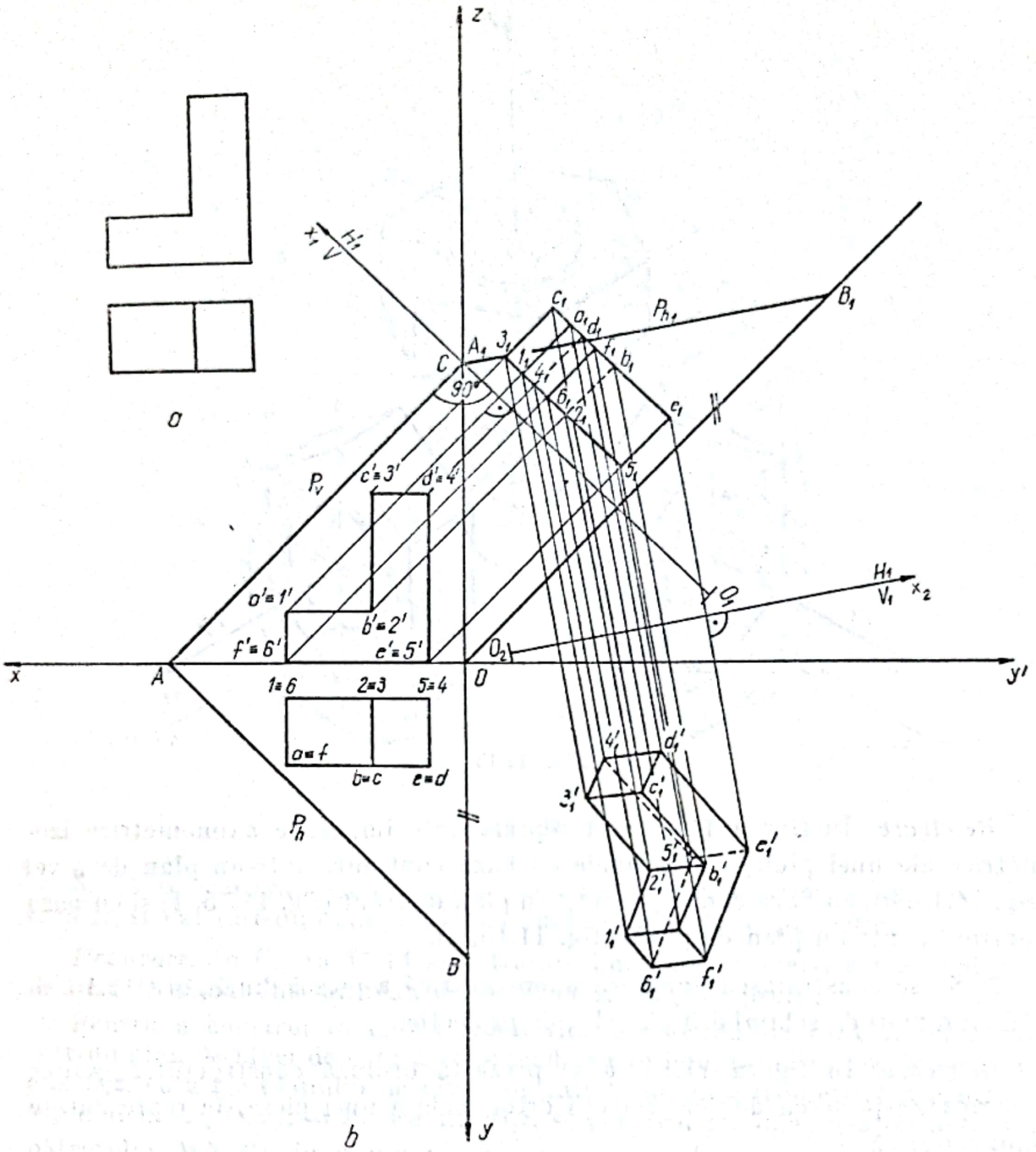


Fig. 11.16

8. Să se construiască imaginea axonometrică a piesei din figura 11.17, *a* utilizînd metoda rabaterii şi rotaţiei planului axonometric.

Rezolvare. În figura 11.17, *b* se reprezintă construcţiile grafice utilizate pentru obţinerea imaginii axonometrice a piesei date în dublă proiecţie ortogonală.

Se proiectează atît sistemul de axe Ox, Oy şi Oz, cît şi piesa dată pe planul axonometric P, dat prin urmele P_h, P_v. Se rabate planul axonometric $P(P_h, P_v)$ pe planul vertical de proiecţie şi se roteşte astfel ca urma $P_{h1} \equiv O_z$, iar urma verticală P_{v1} se obţine unind P_x cu C_1. Pentru obţinerea punctului C_1 se rabate pe planul vertical de proiecţie normala dusă din O pe P_h în O_h.

Scanned with OKEN Scanner

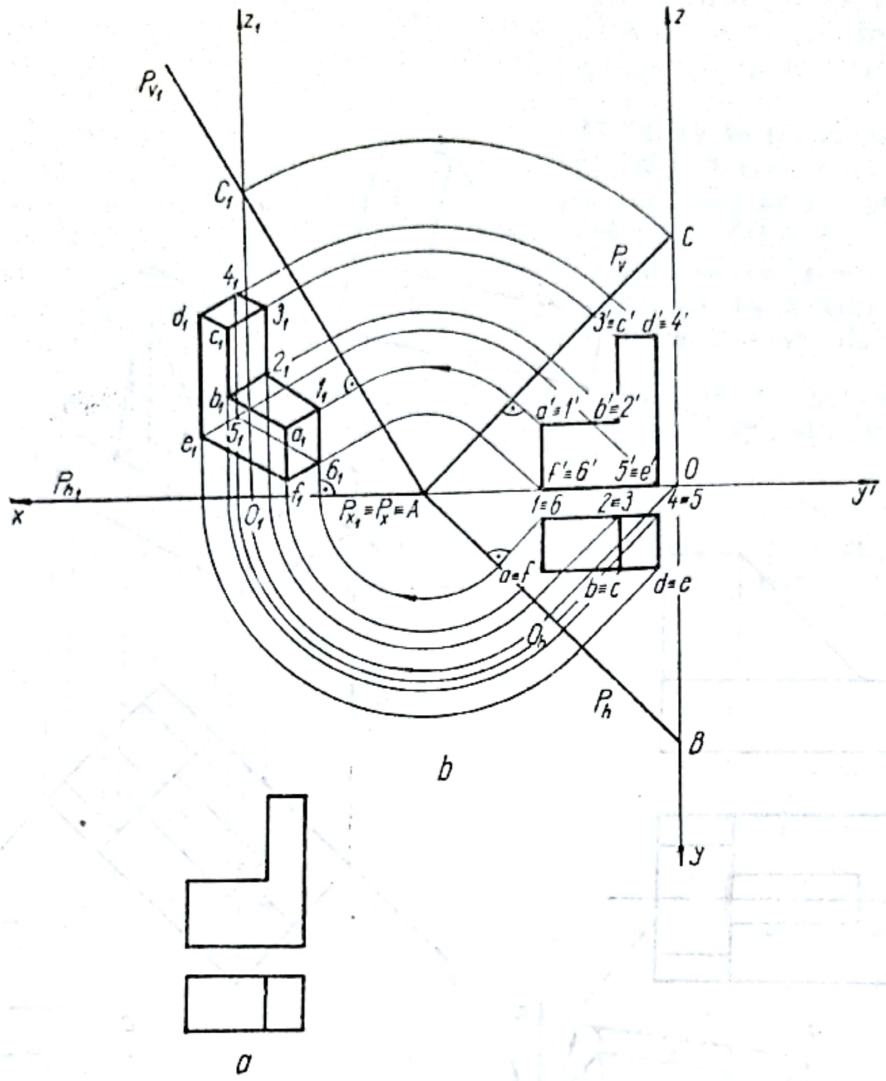


Fig. 11.17

Cu compasul în P_x şi raza P_xO_h, se obţine la intersecţie cu axa Ox punctul O_1, care reprezintă originea axelor sistemului axonometric. Axa O_1z_1 este o dreaptă verticală care trece prin O_1. La intersecţia arcului de cerc cu centrul în P_x şi raza P_xC cu axa O_1z_1, se obţine punctul C_1.

Pe planul axonometric izometric rabătut $P_1(P_{h1}, P_{v1})$, se construiesc proiecţiile rabătute ale vîrfurilor piesei (a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1, 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1). Se unesc vîrfurile aflate în rabatere, în aceeaşi ordine ca pe proiecţia ortogonală, obţinînd imaginea axonometrică ($a_1b_1c_1d_1e_1f_11_12_13_14_15_16_1$).

9. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a piesei date în dublă proiecţie ortogonală în figura 11.18, *a*, utilizînd metoda sistemelor de axe auxiliare.

Rezolvare. În figura 11.18, *c* este efectuată reprezentarea grafică a imaginii axonometrice izometrice a piesei date, utilizînd metoda sistemelor de axe auxiliare.

Pentru determinarea axelor auxiliare, se alege, într-un loc liber pe hîrtia de desen, centrul O_1 şi se trasează axele sistemului axonometric izometric O_1x_1, O_1y_1 şi O_1z_1. Se trasează, apoi, triunghiul axonometric ABC, unde $AB \perp O_1z_1$ (fig. 11.18, *b*). Se rabate planul xOy pe planul axonometric, astfel că originea O

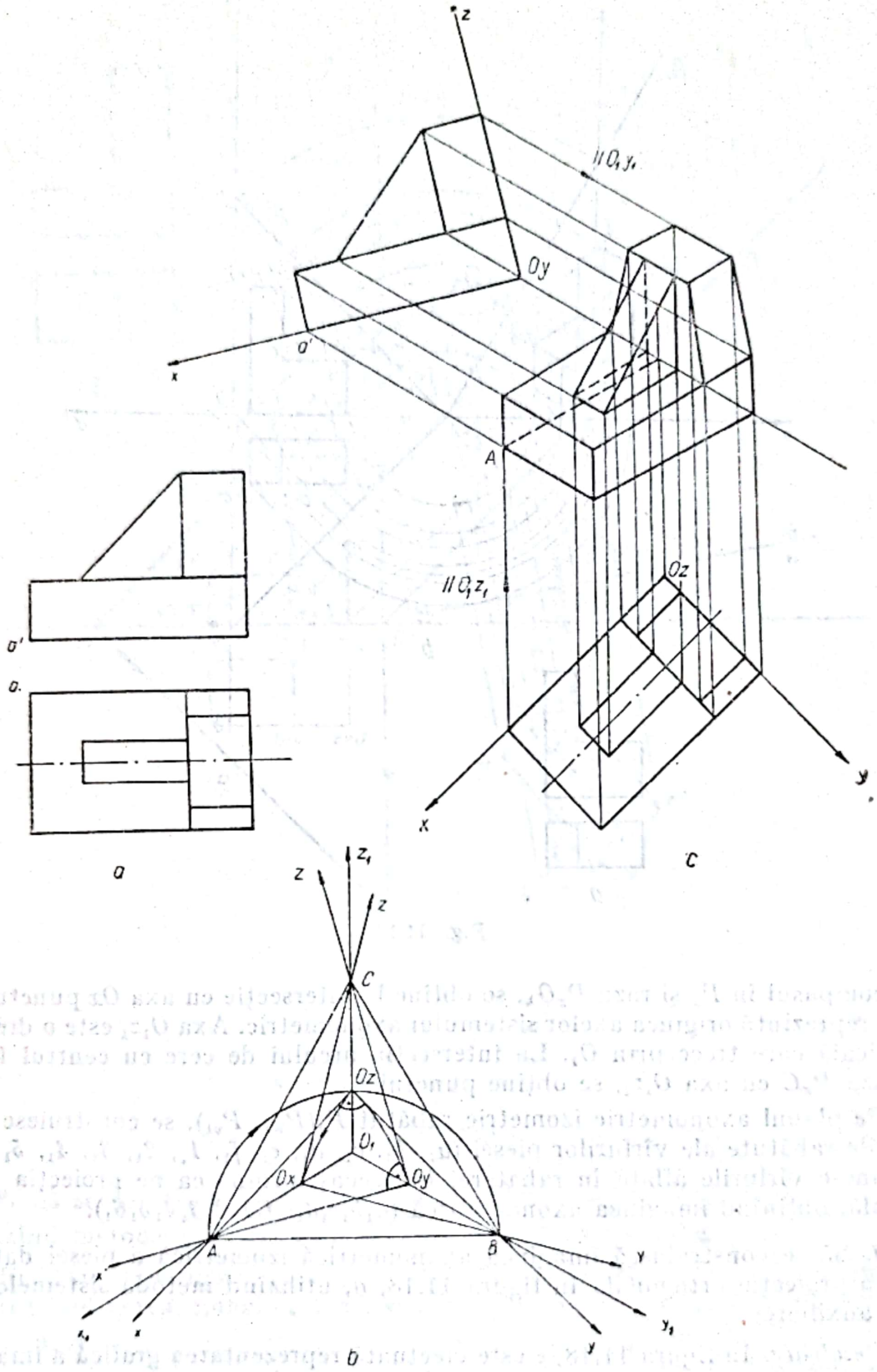


Fig. 11.18

a axelor Ox, Oy și Oz ocupă poziția O_z pe axa O_1z_1 la intersecția semicercului de diametru AB cu axa O_1z_1. Punctele O_x și O_y se obțin construind arcele de cerc cu centrul în B de rază O_zB și cu centrul în A de rază O_zA. Axele auxiliare utilizate sînt xO_yz și xO_zy.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru construcția imaginii axonometrice izometrice a piesei date, se trasează prin translație axele rectangulare xO_yz și xO_zy, astfel încît să rămînă loc suficient între ele pentru obținerea proiecției izometrice a piesei (v. fig. 11.18, *c*).

Proiecțiile piesei pe planele xOy și xOz (fig. 11.18, *a*) se transpun, în adevărata lor mărime, în sistemele de axe auxiliare xO_yz și xO_zy (fig. 11.18, *c*), se duc paralele la axa O_1y_1 și, respectiv, O_1z_1, așa cum este arătat prin săgeți, obținîndu-se, la intersecția lor, proiecția izometrică a punctului A în $A_1(a_1, a_1')$. În mod analog, se obțin proiecțiile izometrice ale tuturor vîrfurilor piesei. Se unesc între ele punctele obținute în proiecție izometrică, în aceeași ordine ca în epură, obținîndu-se astfel reprezentarea izometrică a piesei date.

10. Să se construiască imaginea axonometrică dimetrică ortogonală a piesei din figura 11.19, *a*, reprezentată în dublă proiecție ortogonală, utilizînd metoda axelor auxiliare.

Rezolvare. În figura 11.19, *b*, pe axele sistemului axonometric dimetric O_1x_1, O_1y_1 și O_1z_1, au fost construite sistemele de axe auxiliare xO_zy și xO_yz. În figura 11.19, *c* se vede transpunerea în proiecție dimetrică ortogonală a piesei date în figura 11.19, *a* prin metoda sistemelor de axe auxiliare.

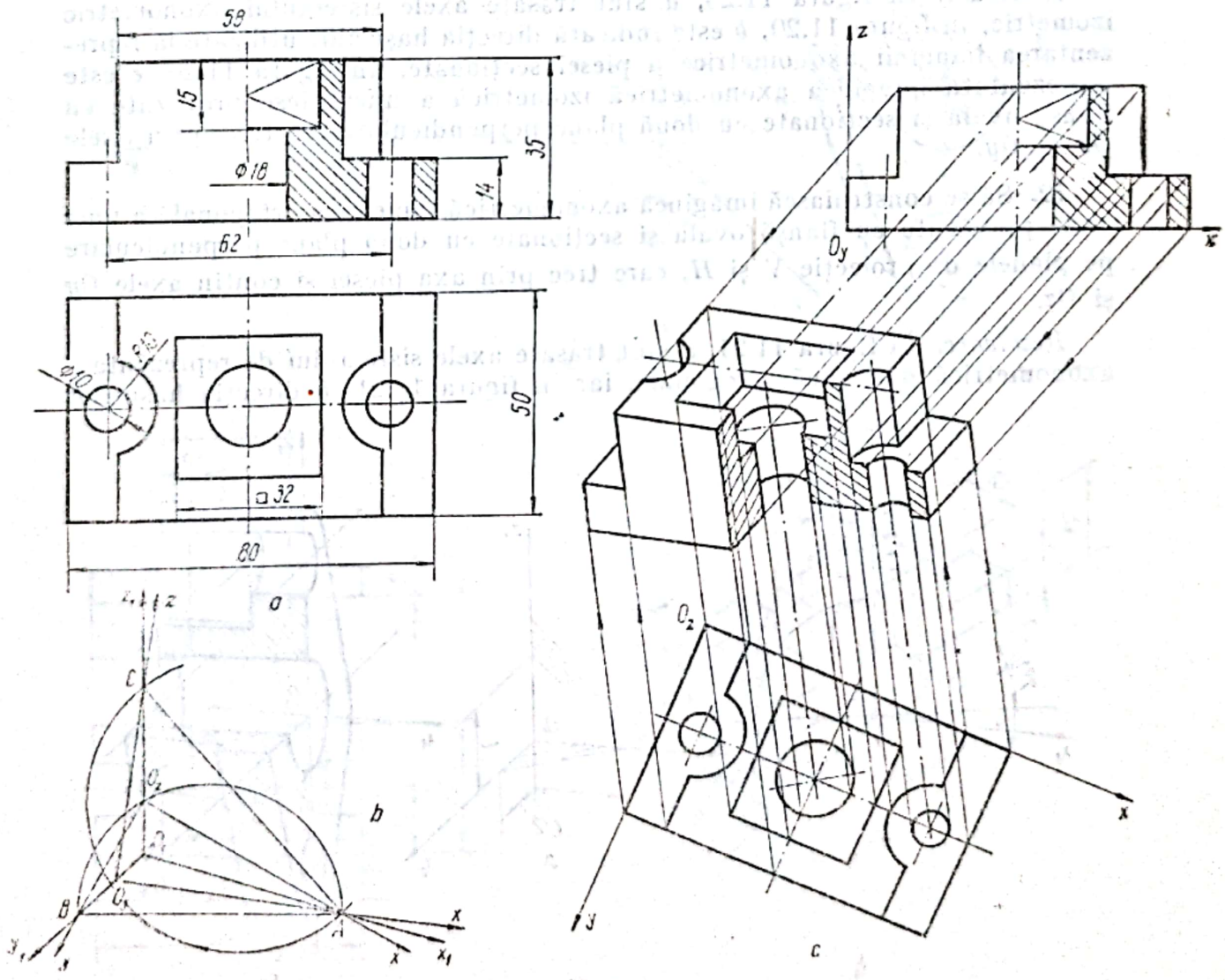


Fig. 11.19

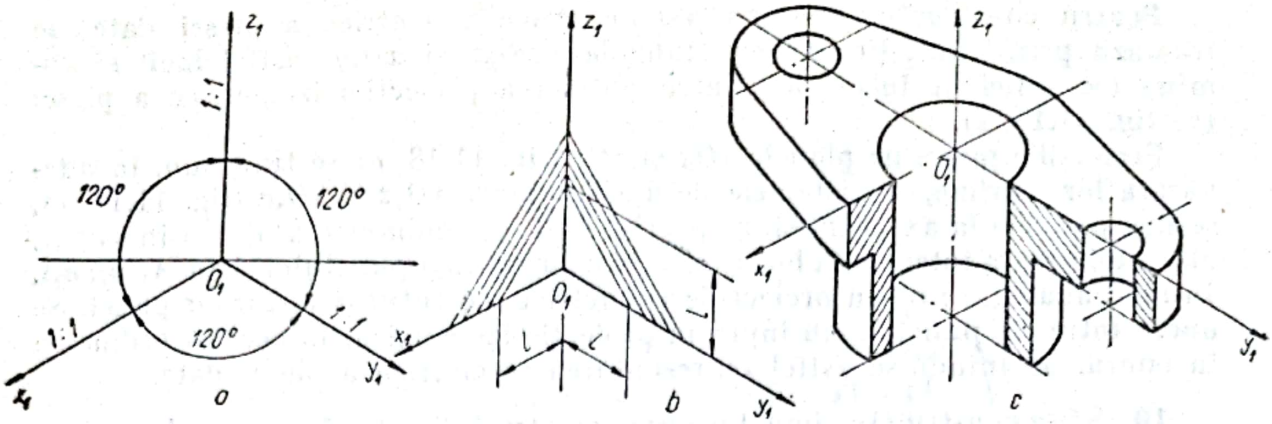


Fig. 11.20

11. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a unei piese prevăzute cu flanşă ovală, secţionată cu două plane perpendiculare pe planele de proiecţie H şi W şi care să treacă prin axa piesei şi prin axele de referinţă Ox şi Oy.

Rezolvare. În figura 11.20, *a* sînt trasate axele sistemului axonometric izometric, în figura 11.20, *b* este indicată direcţia haşurilor utilizate la reprezentarea imaginii axonometrice a piesei secţionate. În figura 11.20, *c* este reprezentată imaginea axonometrică izometrică a unei piese prevăzute cu flanşă ovală şi secţionate cu două plane perpendiculare, ce trec prin axele Ox şi Oy.

12. Să se construiască imaginea axonometrică dimetrică ortogonală a unei piese prevăzute cu flanşă ovală şi secţionate cu două plane perpendiculare pe planele de proiecţie V şi H, care trec prin axa piesei şi conţin axele Oy şi Oz.

Rezolvare. În figura 11.21, *a* sînt trasate axele sistemului de reprezentare axonometrică dimetrică ortogonală, iar în figura 11.21, *b* direcţia haşurilor

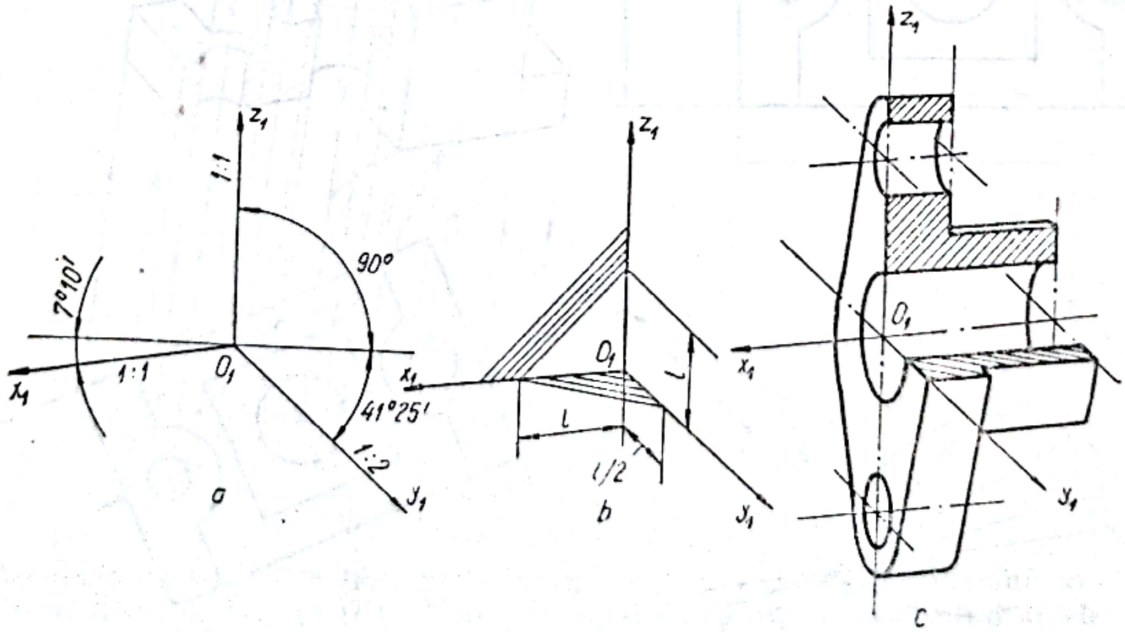


Fig. 11.21

utilizate în acest sistem de reprezentare. Reprezentarea axonometrică dimetrică ortogonală a piesei secţionate este prezentată în figura 11.21, *c*.

13. Să se construiască imaginea axonometrică dimetrică frontală a unei piese prevăzute cu flanşă ovală şi secţionate cu două plane perpendiculare pe planele de proiecţie V şi W, care trec prin axa piesei şi conţin axele Ox şi Oz.

Rezolvare. În figura 11.22, *a* sînt trasate axele sistemului axonometric dimetric frontal, iar în figura 11.22, *b* direcţia haşurilor utilizate. Reprezentarea axonometrică dimetrică frontală a piesei secţionate este prezentată în figura 11.22, *c*.

14. Să se reprezinte axonometric izometric şi să se coteze piesa reprezentată, în proiecţie dublu ortogonală, în figura 11.23, *a*.

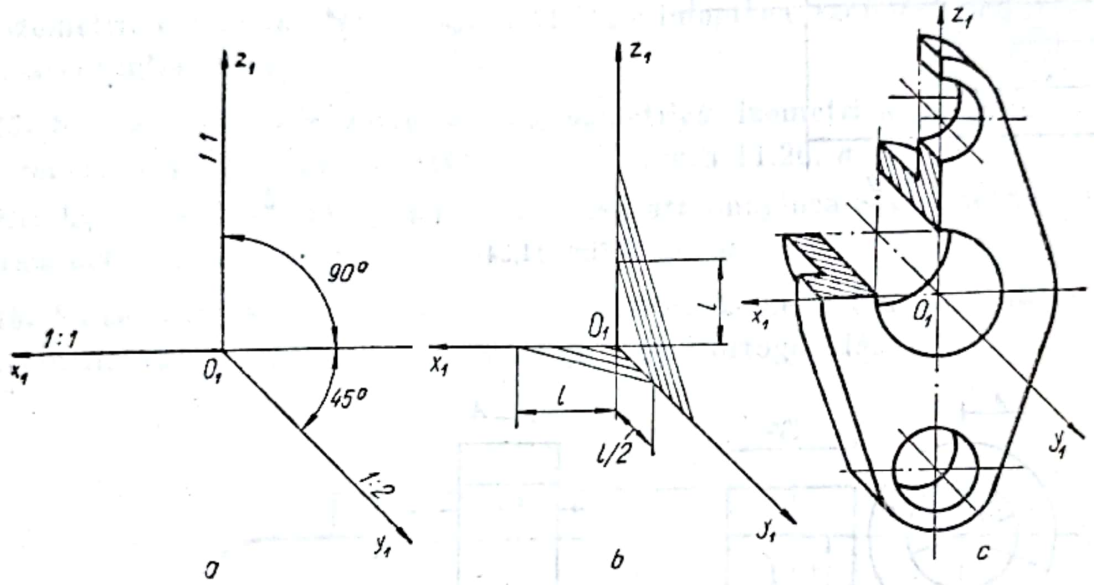


Fig. 11.22

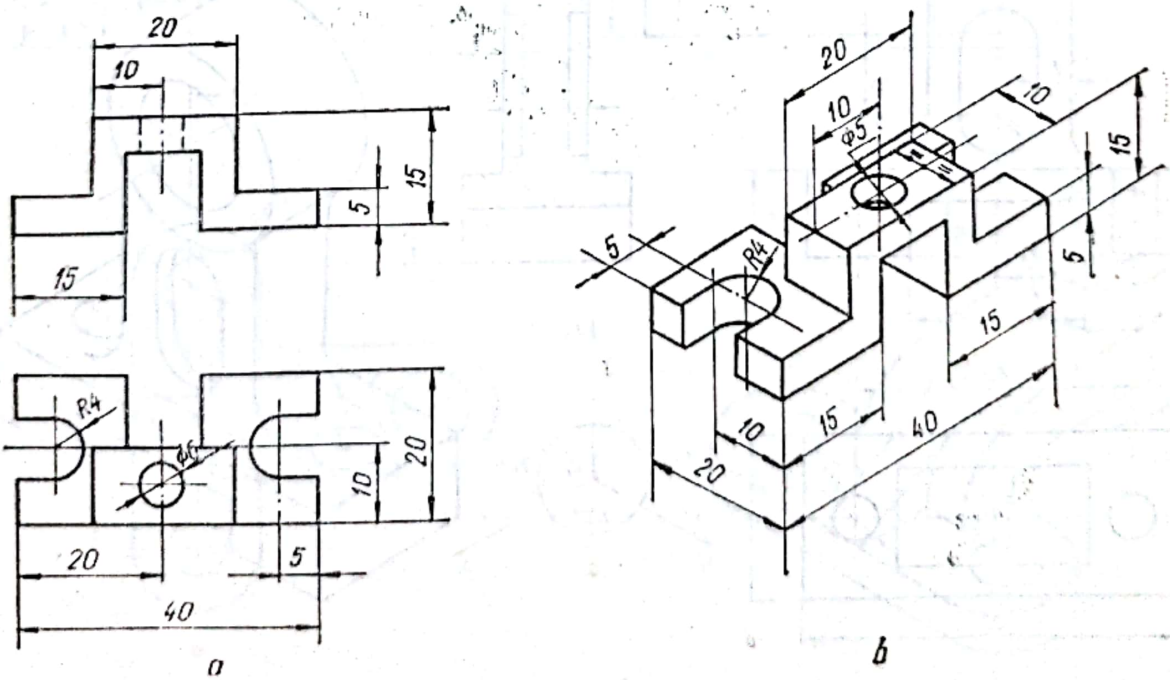


Fig. 11.23

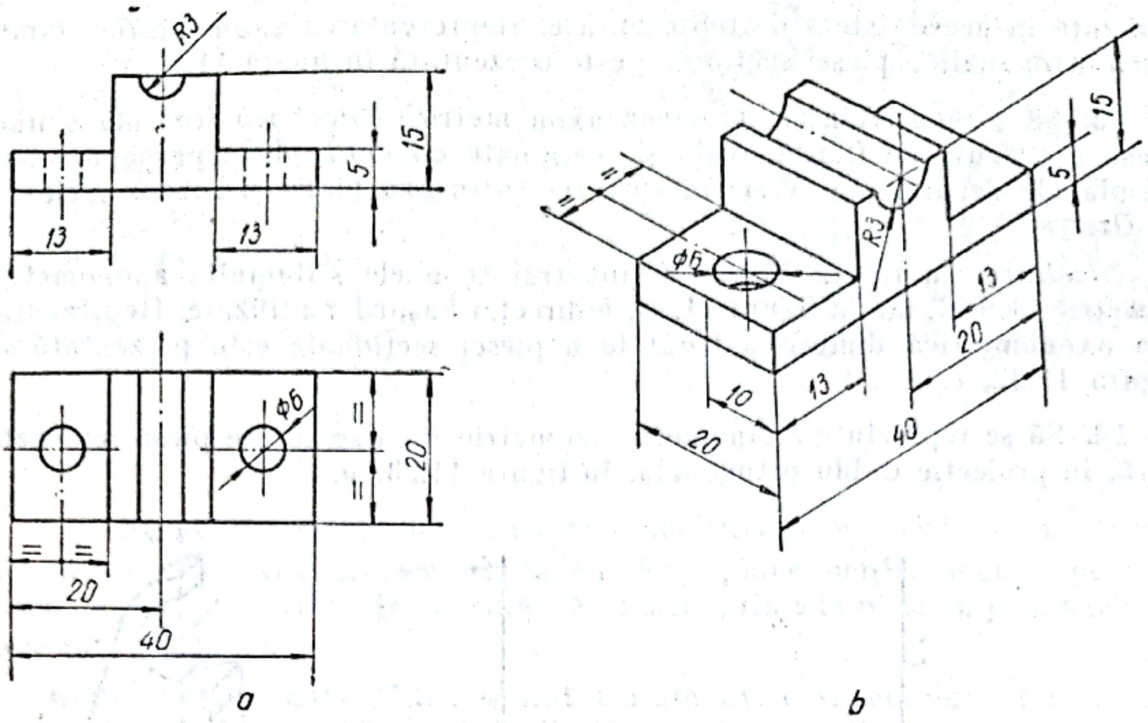


Fig. 11.24

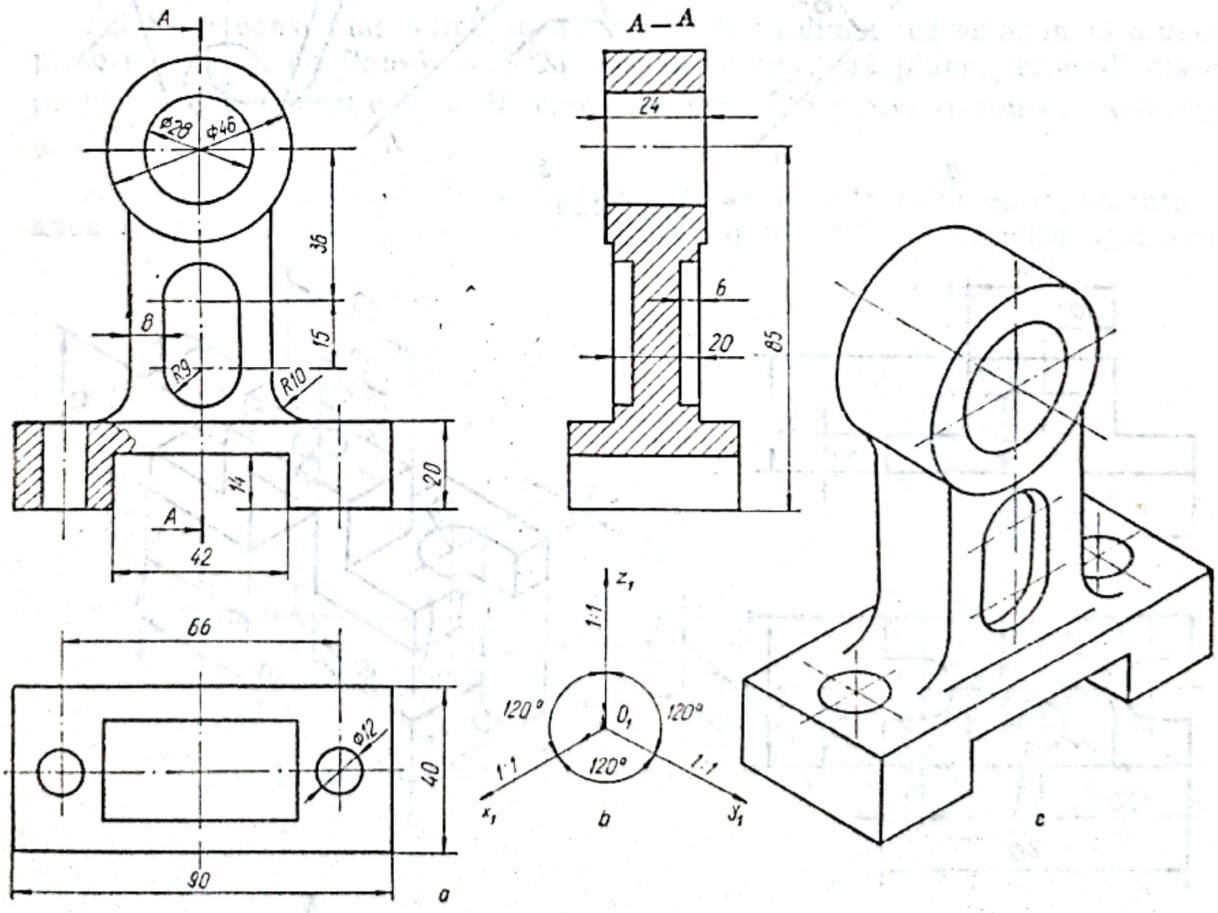


Fig. 11.25

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. În figura 11.23, *b* este prezentată reprezentarea axonometrică izometrică a piesei date în dublă proiecţie ortogonală în figura 11.23, *a*. Trasarea liniilor de cotă şi ajutătoare se execută cu linie continuă subţire şi paralel cu axele sistemului de reprezentare axonometrică izometrică.

15. Să se reprezinte axonometric izometric şi să se coteze piesa de reazem reprezentată în proiecţie dublu ortogonală în figura 11.24, *a*.

Rezolvare. În figura 11.24, *b* este reprezentată imaginea axonometrică izometrică, complet cotată, a piesei de sprijin din figura 11.24, *a*.

16. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a corpului de lagăr din figura 11.25, *a*, dat în triplă proiecţie ortogonală.

Rezolvare. În figura 11.25, *b* sînt reprezentate axele sistemului axonometric izometric ortogonal, iar în figura 11.25, *c* imaginea axonometrică izometrică a corpului de lagăr.

17. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a ghidajului reprezentat în triplă proiecţie ortogonală în figura 11.26, *a*.

Rezolvare. În figura 11.26, *b* este reprezentată imaginea axonometrică izometrică ortogonală a ghidajului din figura 11.26, *a*.

18. Să se construiască imaginea axonometrică izometrică a furcii de legătură din figura 11.27, *a*, dată în dublă proiecţie ortogonală.

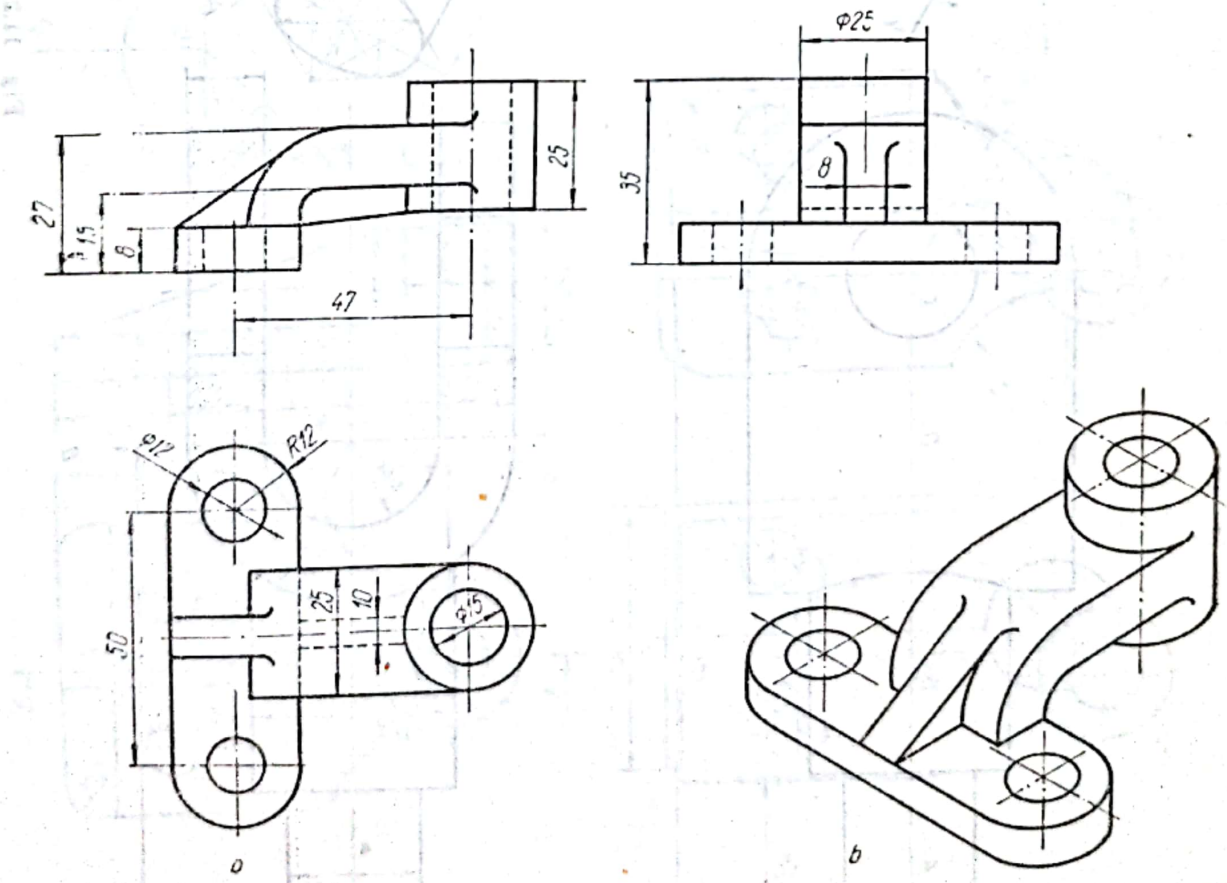


Fig. 11.26

Scanned with OKEN Scanner

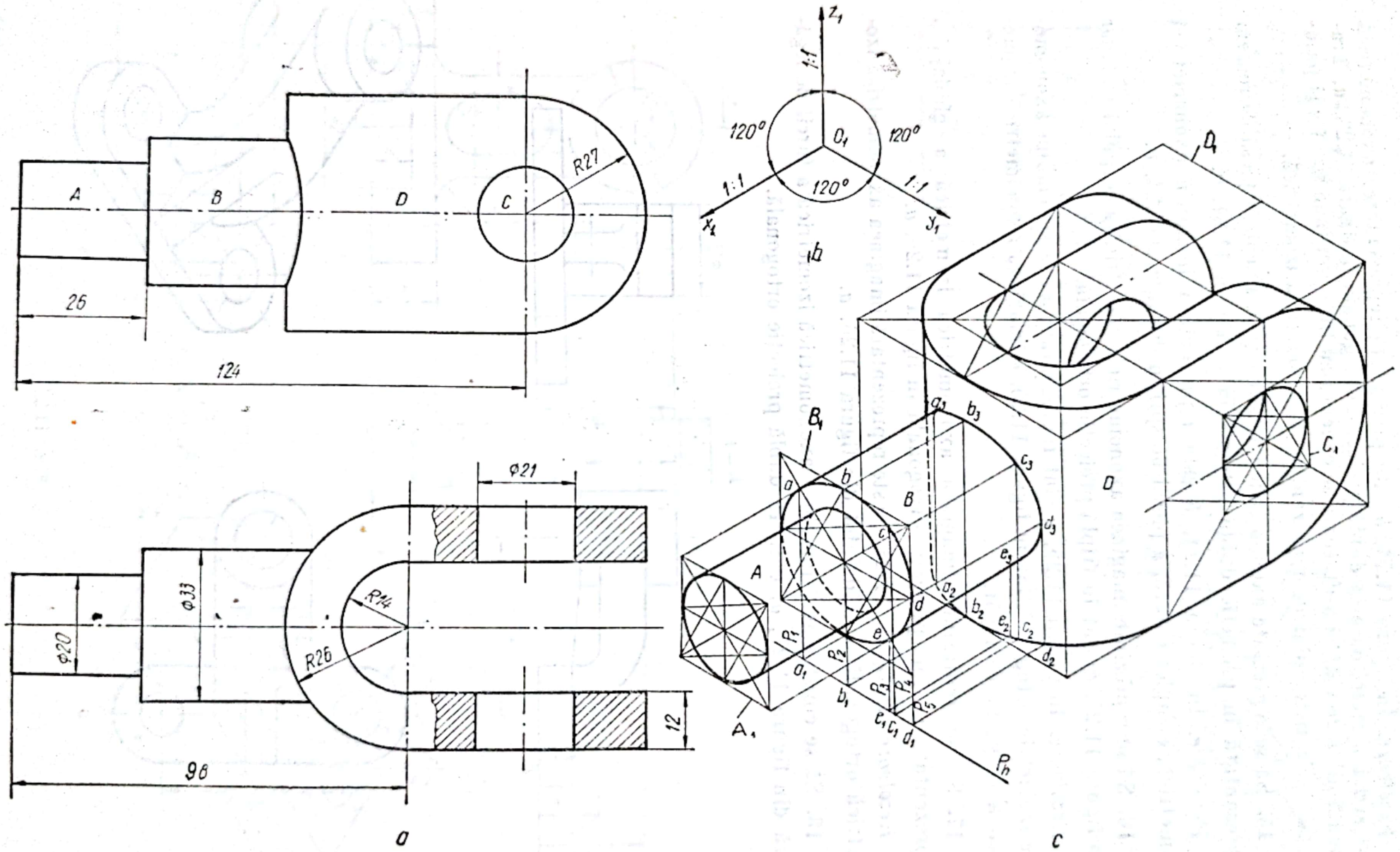

A
B
D
C
R27
26
124
z_1
1:1
120°
O_1
120°
120°
1:1
1:1
x_1
y_1
b
D_1
B_1
C_1
A_1
P_h
Φ21
Φ33
Φ20
R14
R26
12
98
a
c

Fig. 11.27

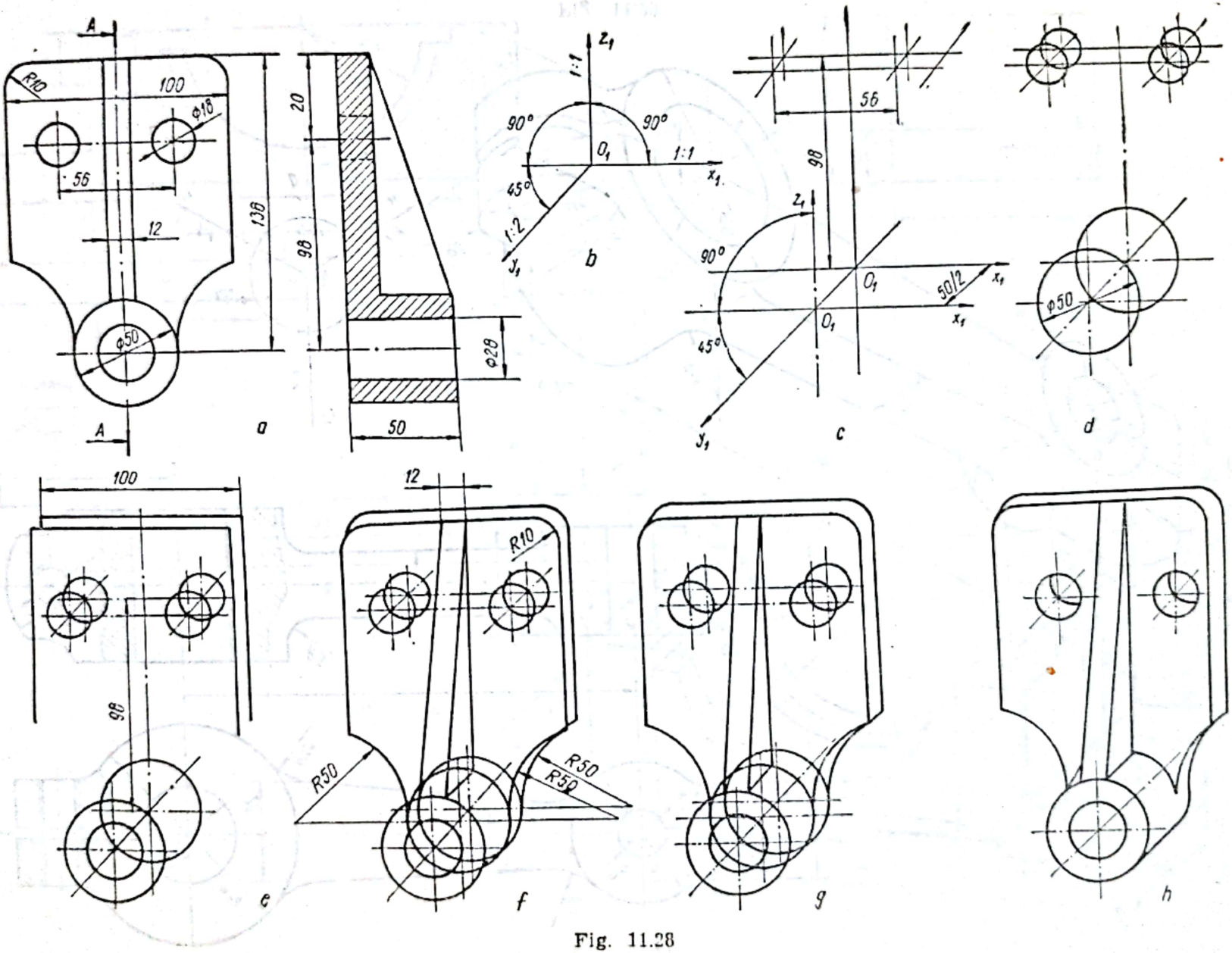


Fig. 11.28

Scanned with OKEN Scanner

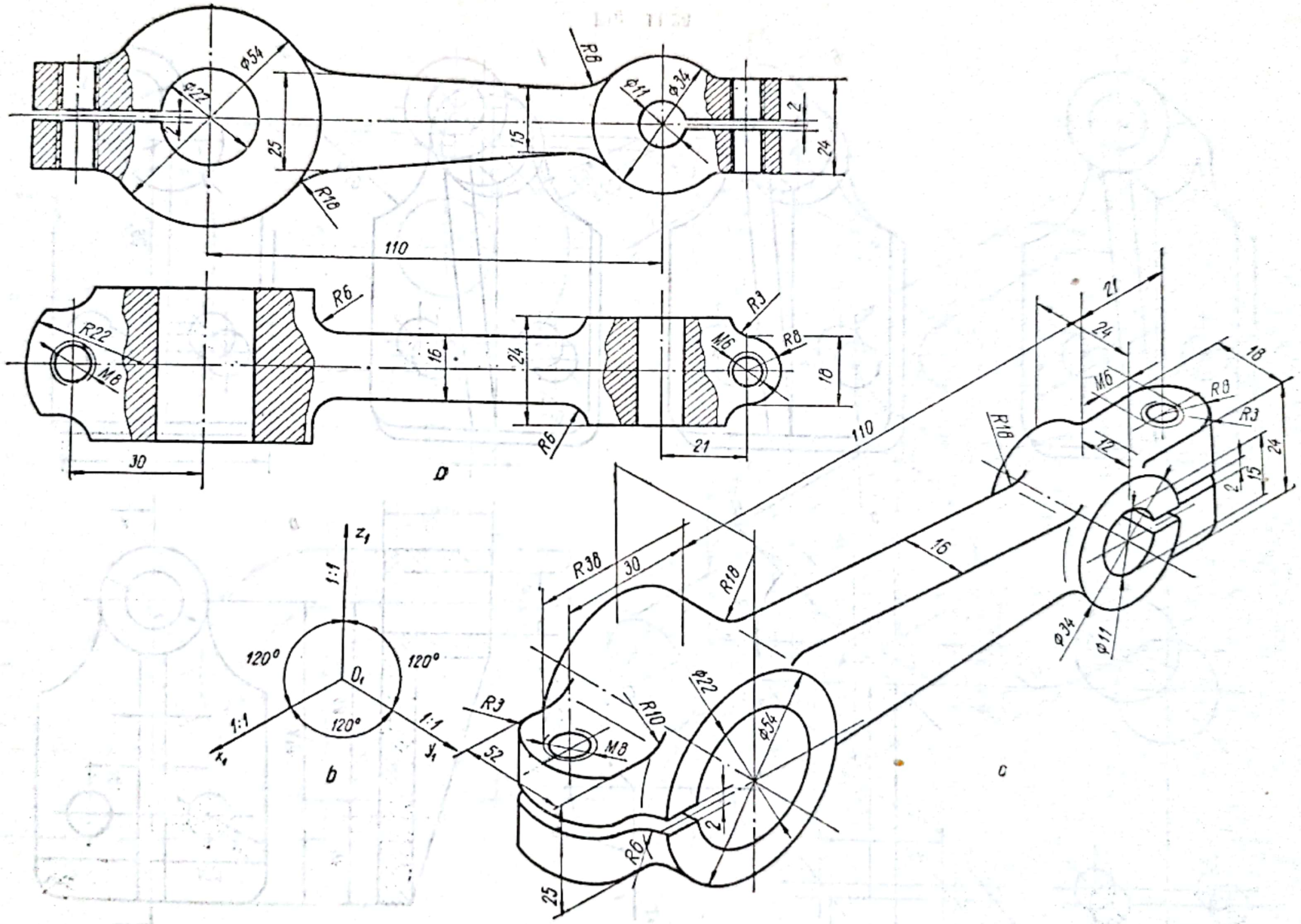


Fig. 11.29

Scanned with OKEN Scanner

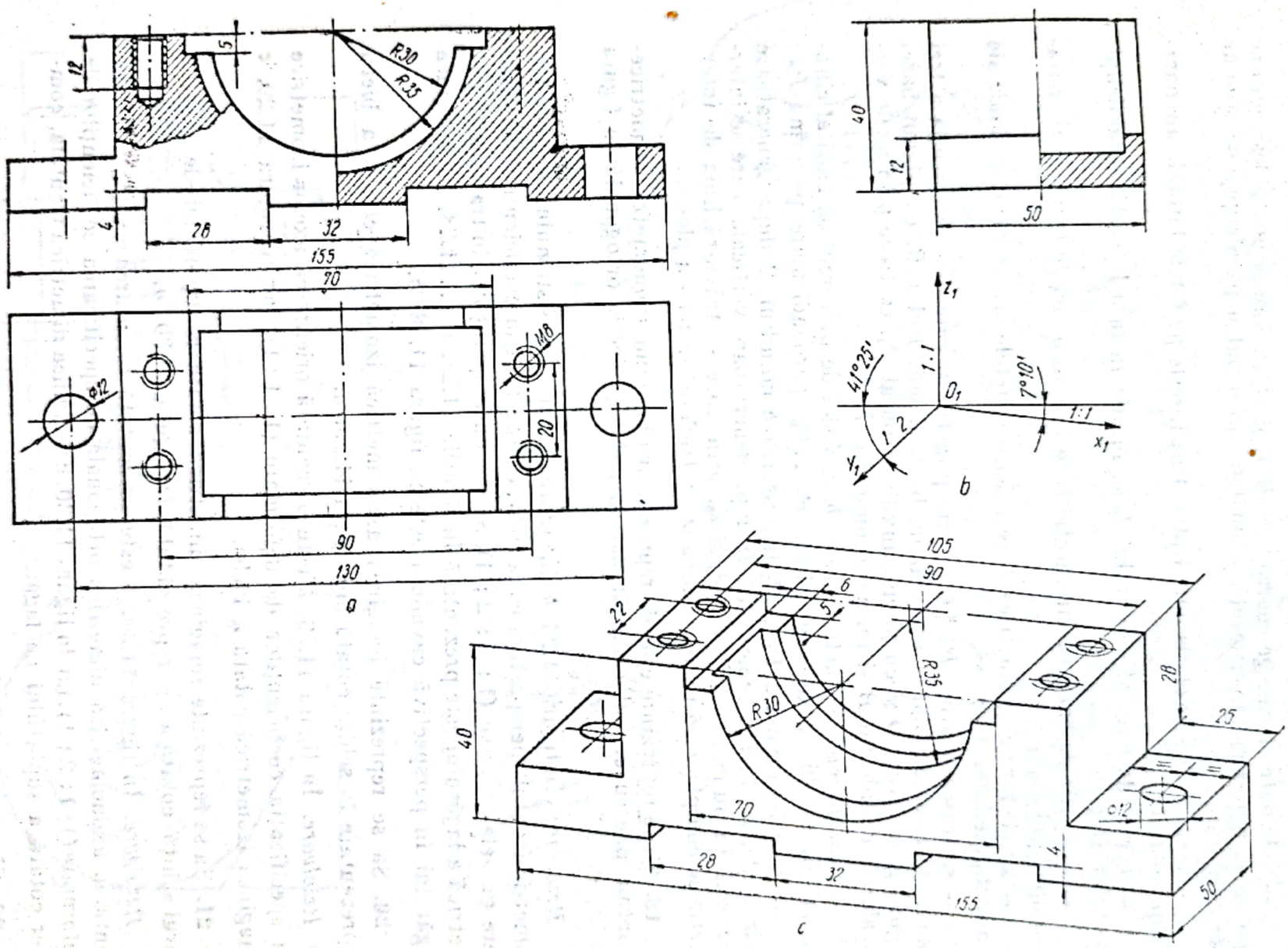


Fig. 11.30

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. În figura 11.27, *b* este reprezentată imaginea izometrică a piesei date, pe care sînt arătate construcţiile utilizate pentru trasarea ei. Aceste construcţii sînt:

— cele patru forme geometrice *A*, *B*, *C* şi *D*, în care se poate descompune piesa, se reprezintă în proiecţie izometrică prin patru paralelipipede minime de încadrare;

— cercurile de bază ale cilindrului *A* se înscrie pe feţele laterale ale paralelipipedului A_1;

— cercul de bază al cilindrului *B* se înscrie în faţa laterală a paralelipipedului B_1;

— cercurile de bază ale cilindrului *C* se înscriu pe feţele frontale ale paralelipipedului C_1;

— arcele formei geometrice *D* se înscriu în feţele orizontale şi frontale ale paralelipipedului D_1;

— se trasează urma $P_h \parallel O_1y_1$ prin punctul b_1 care este intersecţia a trei plane, şi anume: planul cercului de bază al cilindrului *B*, cu planul bazei figurii geometrice *D* şi cu planul auxiliar frontal P_2, ce trece prin axele verticale ale cilindrului *B* şi formei geometrice *D*;

— prin punctele caracteristice *a*, *b*, *c*, *d* şi *e* de pe cercul de bază al cilindrului *B*, se duc planele auxiliare $P_1 \ldots P_5$, perpendiculare pe urma P_h;

— planele auxiliare $P_1 \ldots P_5$ intersectează cilindrul *B* după generatoare orizontale, iar forma geometrică *D* după generatoare verticale, care se intersectează în punctele a_3, b_3, c_3, d_3 şi e_3, prin care se trasează linia de intersecţie ce completează reprezentarea izometrică ortogonală a piesei.

19. Să se reprezinte etapele reprezentării imaginii axonometrice dimetrice-frontale pentru corpul de lagăr dat în dublă proiecţie ortogonală în figura 11.28, *a*.

Rezolvare. În figura 11.28, *b* sînt reprezentate axele sistemului axonometric dimetric-frontal (perspectivă cavalieră), cu specificaţia coeficienţilor de reducere pe cele trei axe (1 ; 1 : 2 ; 1). Succesiunea operaţiilor în trasarea axonometrică a lagărului este prezentată în figurile 11.28, *c* ... 11.28, *g*. Imaginea lagărului în perspectivă cavalieră este în figura 11.28, *h*.

20. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică cotată a bielei reprezentate în schiţa cotată din figura 11.29, *a*.

Rezolvare. În figura 11.29, *b* este prezentată orientarea axelor izometrice cu specificaţia coeficienţilor de deformare (1 : 1 : 1), iar în figura 11.29, *c* imaginea izometrică cotată a bielei.

21. Să se reprezinte imaginea dimetrică cotată a suportului de lagăr a cărui schiţă cotată este reprezentată în figura 11.30, *a*.

Rezolvare. În figura 11.30, *b* este prezentată orientarea axelor în reprezentarea axonometrică dimetrică ortogonală cu specificarea coeficienţilor de deformare (1; 1 : 2 ; 1), iar în figura 11.30, *c* imaginea dimetrică frontală, complet cotată a suportului de lagăr.

22. Să se reprezinte imaginea izometrică a niplului dat în proiecţie ortogonală în figura 11.31, *a* şi să se elimine sfertul din dreapta.

Scanned with OKEN Scanner

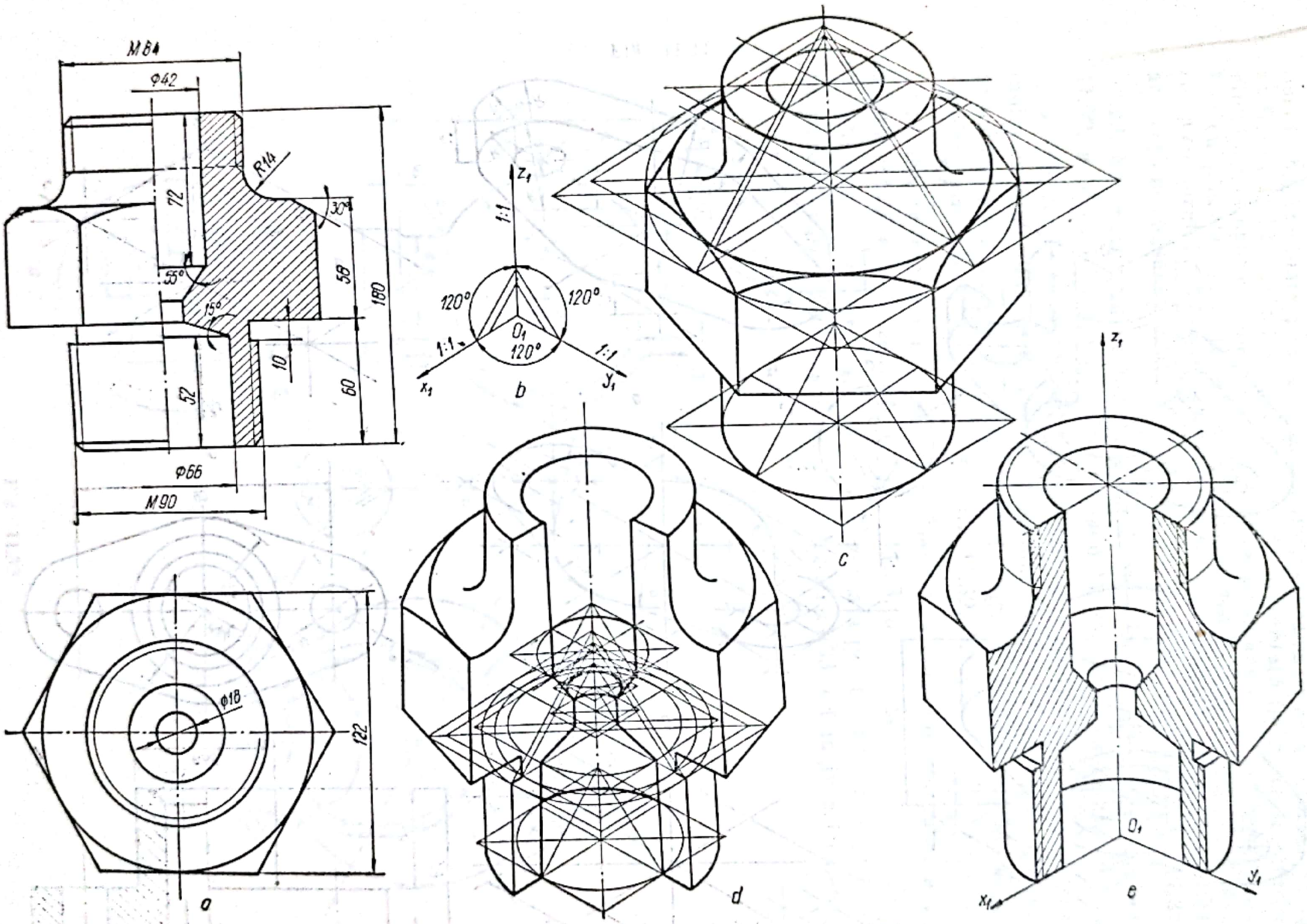


Fig. 11.31

Scanned with OKEN Scanner

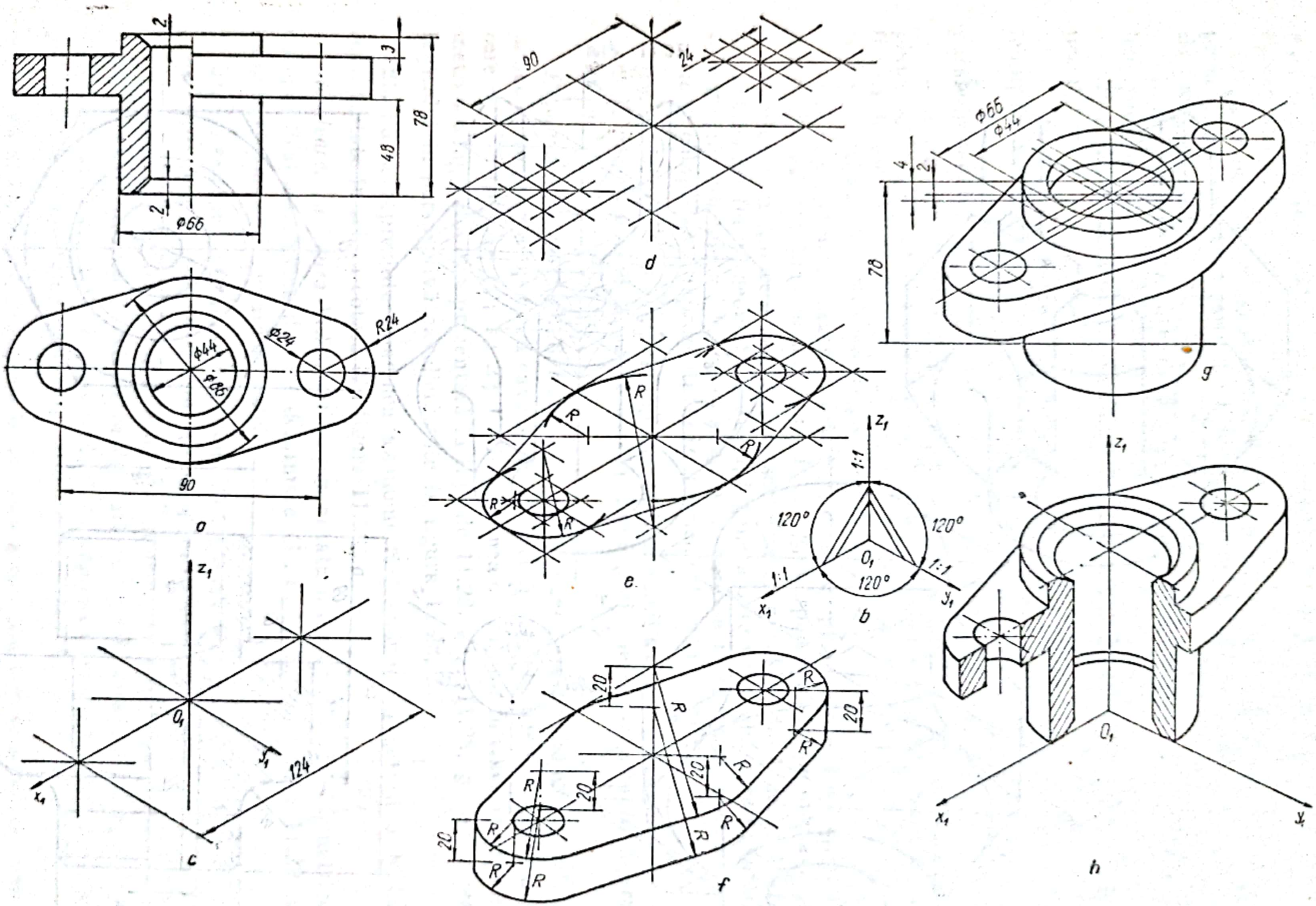


Fig. 11.32

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. În figura 11.31, *b* este prezentată poziția axelor în reprezentarea izometrică cu direcția haşurilor pe planele $x_1O_1z_1$ şi $z_1O_1y_1$. Succesiunea operațiilor efectuate pentru trasarea imaginii izometrice a niplului se vede în figura 11.31, *c*. În figura 11.31, *d* este prezentată imaginea izometrică a niplului secționat cu două plane concurente după axa piesei şi respectiv paralele cu planele $x_1O_1z_1$ şi $y_1O_1z_1$, cu indicarea succesiunii operațiilor la trasarea conturului interior. Imaginea izometrică a niplului secționat (fig. 11.31, *e*) are secțiunea haşurată conform direcțiilor de haşurare indicate în figura 11.31, *b*.

23. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a piesei din figura 11.32, *a*, dată în dublă proiecție ortogonală, din care s-a detaşat un sfert.

Rezolvare. În figura 11.32, *b* este prezentată poziția axelor izometrice cu indicarea direcțiilor de haşurare. Succesiunea fazelor de execuție a imaginii axonometrice a piesei este prezentată în figurile 11.32, *c* ... 11.32, *g*, iar reprezentarea piesei în vedere în figura 11.32, *h*.

24. Să se reprezinte imaginea izometrică a corpului hidraulic, a cărui schiță cotată este prezentată în figura 11.33, *a*.

Rezolvare. În figura 11.33, *b* este prezentată poziția axelor izometrice cu indicarea direcțiilor de haşurare, iar în figura 11.33, *c* imaginea izometrică a

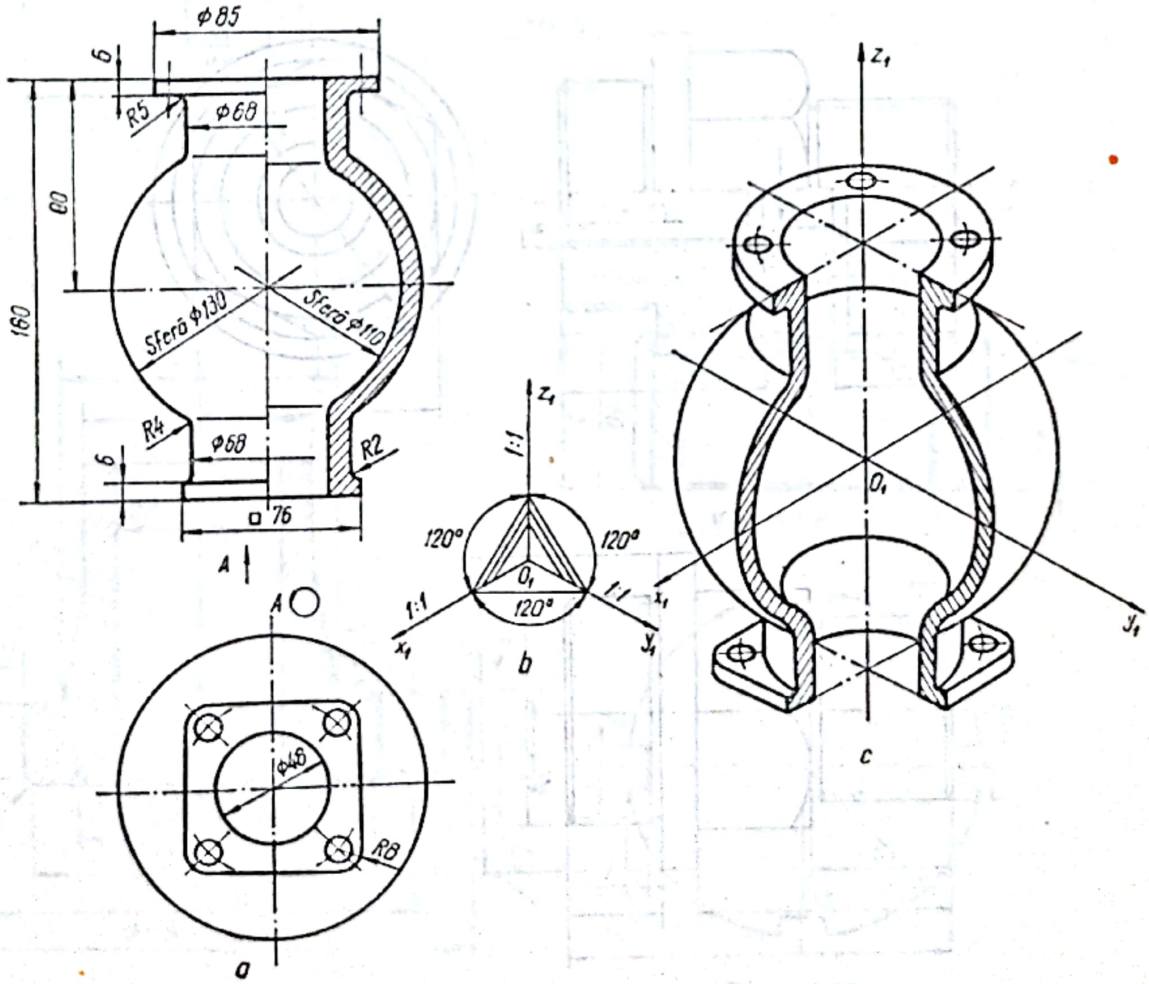


Fig. 11.33

corpului hidraulic, secționat cu două plane concurente după axa piesei și respectiv paralele cu planele $x_1O_1z_1$ și $y_1O_1z_1$. Pentru reprezentarea izometrică, raza sferei se multiplică cu 1.22.

11.7. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se reprezinte imaginea dimetrică ortogonală a punctului $A(30, 50, 24)$.

2. Să se reprezinte imaginea dimetrică-frontală a dreptei $AB(ab, a'b')$, determinate de punctele $A(50, 40, 60)$ și $B(40, 60, 30)$.

3. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a ghidajului reprezentat în triplă proiecție ortogonală în figura 11.34.

4. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a corpului de robinet cu cep, reprezentat în triplă proiecție ortogonală în figura 11.35.

5. Să se reprezinte imaginea axonometrică izometrică a piesei cu flanșă cilindrică, reprezentată în proiecție ortogonală în figura 11.36.

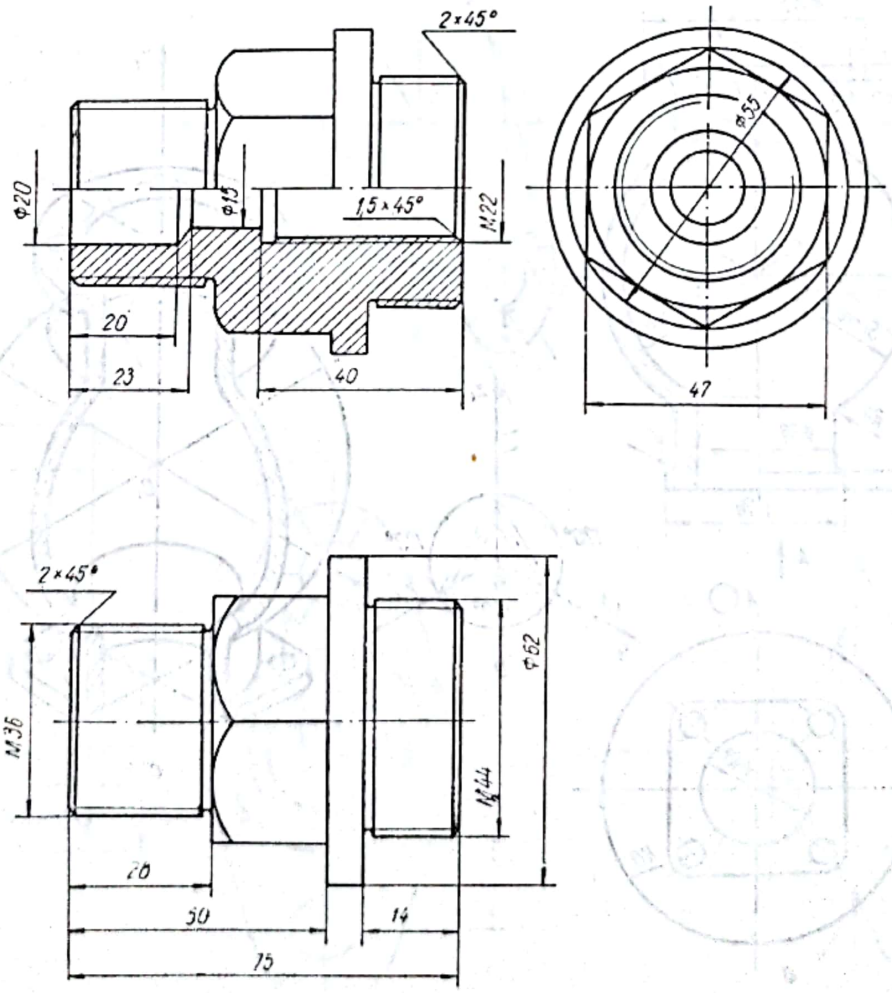


Fig. 11.34

Scanned with OKEN Scanner

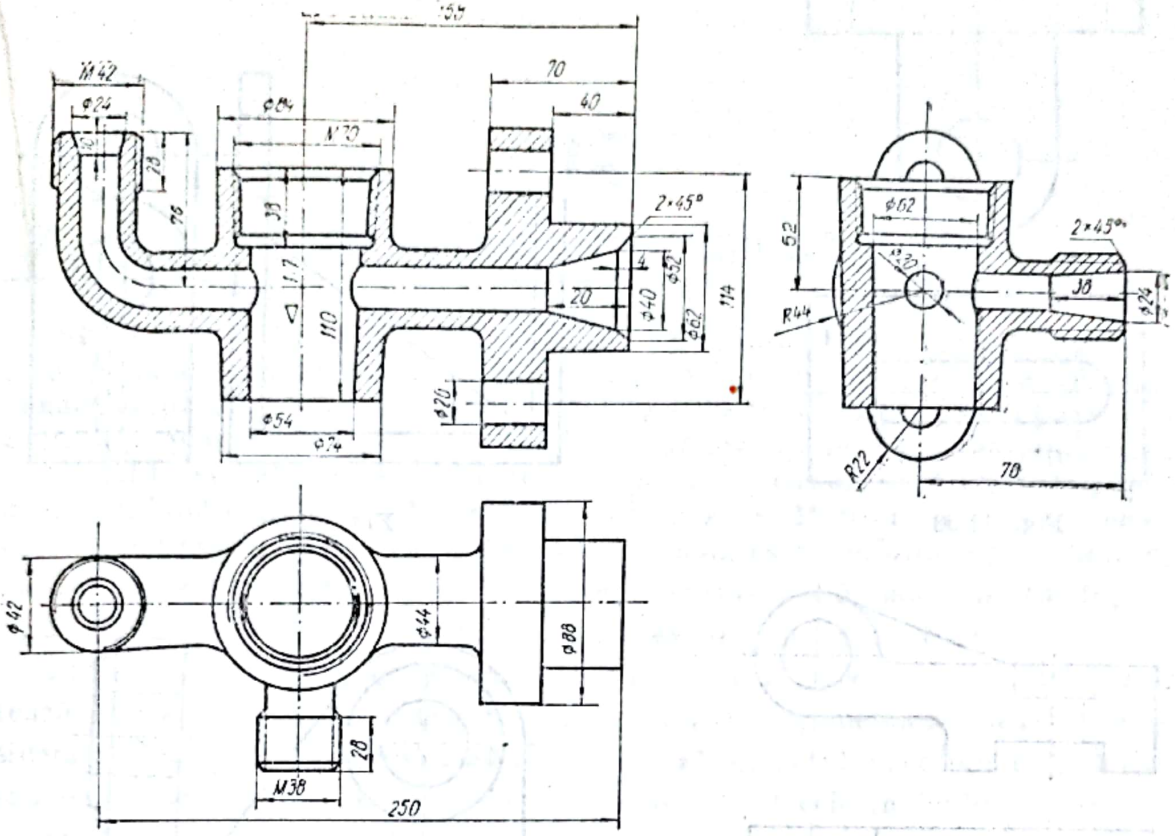


Fig. 11.35

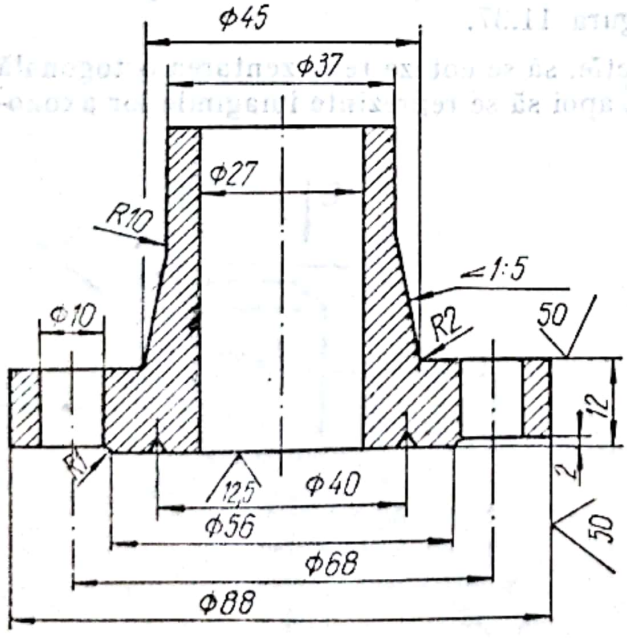


Fig. 11.36

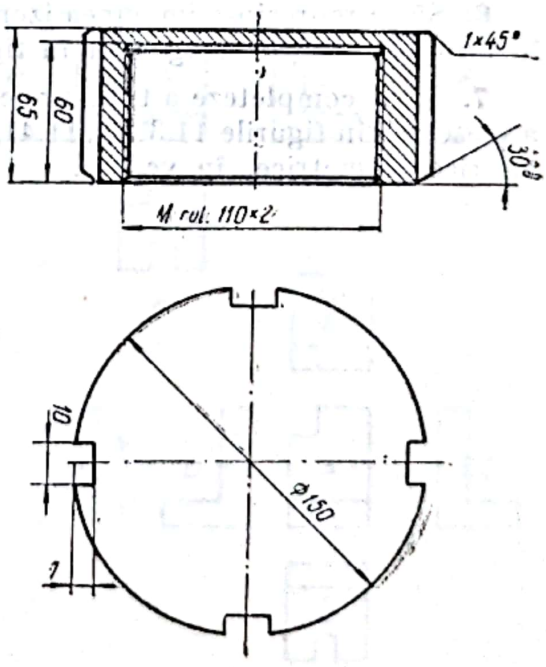


Fig. 11.37

Scanned with OKEN Scanner

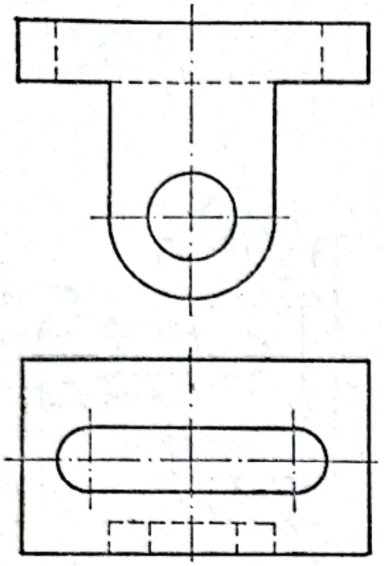


Fig. 11.38

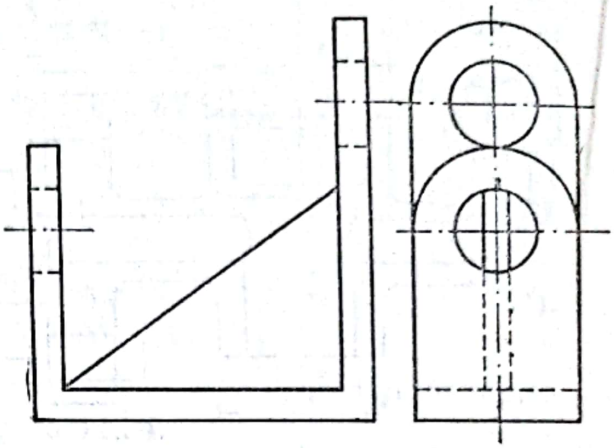


Fig. 11.39

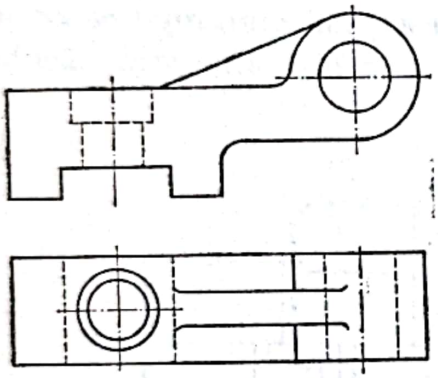


Fig. 11.40

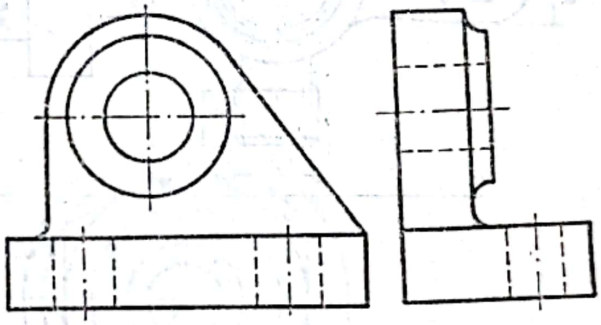


Fig. 11.41

6. Să se reprezinte imaginea izometrică a piuliței cu caneluri, reprezentată în dublă proiecție ortogonală în figura 11.37.

7. Să se completeze a treia proiecție, să se coteze reprezentarea ortogonală a pieselor din figurile 11.38...11.41, apoi să se reprezinte imaginile lor axonometrice izometrice, în vedere.

Scanned with OKEN Scanner

12

DISPUNEREA PROIECȚIILOR

STAS 614-76 stabilește regulile referitoare la modul de dispunere a proiecțiilor pe desenele tehnice. Un obiect se poate reprezenta în șase proiecții ortogonale, după direcțiile de proiectare indicate în figura 12.1. Proiecția reprezentată pe planul vertical se numește *proiecție principală*. Pentru a reprezenta pe planul formatului de desen aceste șase proiecții, cubul de proiecție se poate deschide după muchia *8—5* sau după muchia *7—6*. Poziția relativă a proiecțiilor pe desen, în raport cu proiecția principală, este conform figurii 12.2, *a*, dacă cubul de proiecție se deschide după muchia *8—5*, sau conform figurii 12.2, *b*, dacă cubul de proiecție se deschide după muchia *7—6*.

Proiecțiile reprezentate în figura 12.2 sînt vederi ; aceste vederi nu se notează. Dispunerea vederilor este valabilă și pentru dispunerea secțiunilor, considerate drept proiecții, după aceleași direcții ale obiectului secționat. Vederile sau secțiunile dispuse pe desen în alte poziții decît cele indicate mai sus se notează conform STAS 105-76 (v. cap. 13).

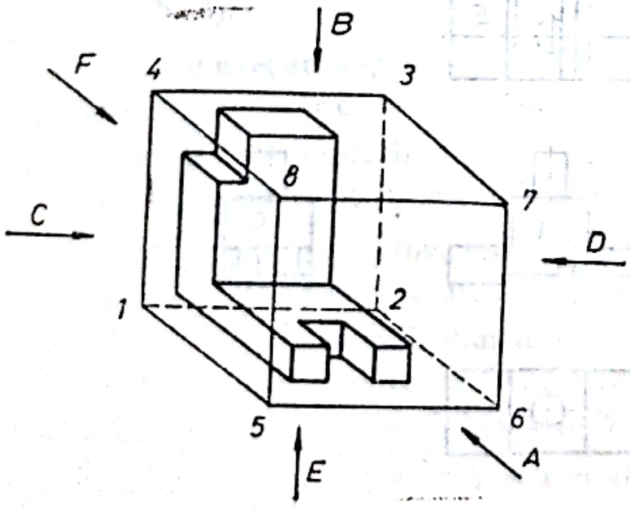


Fig 12.1

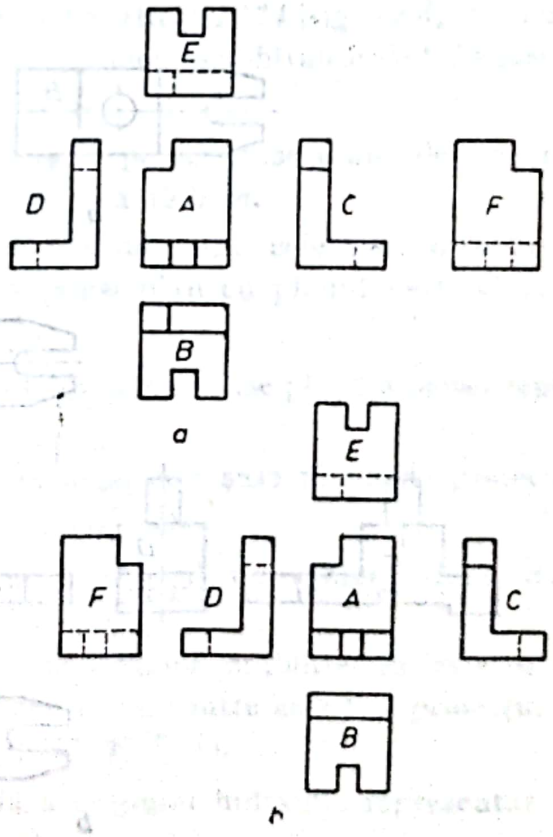


Fig. 12.2

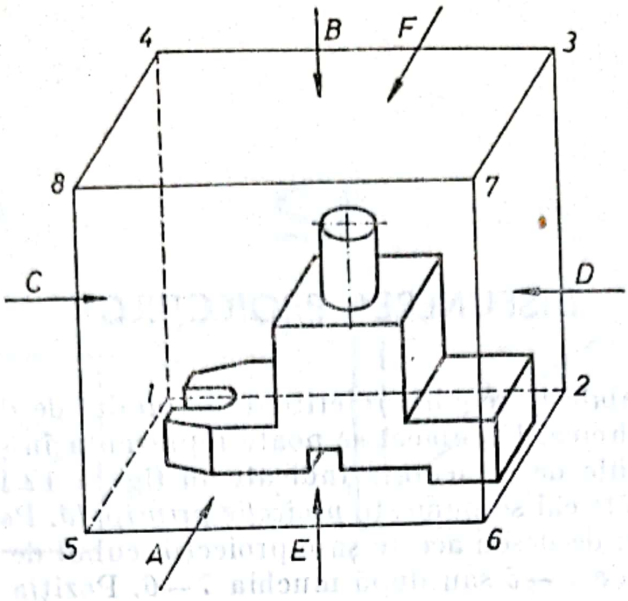
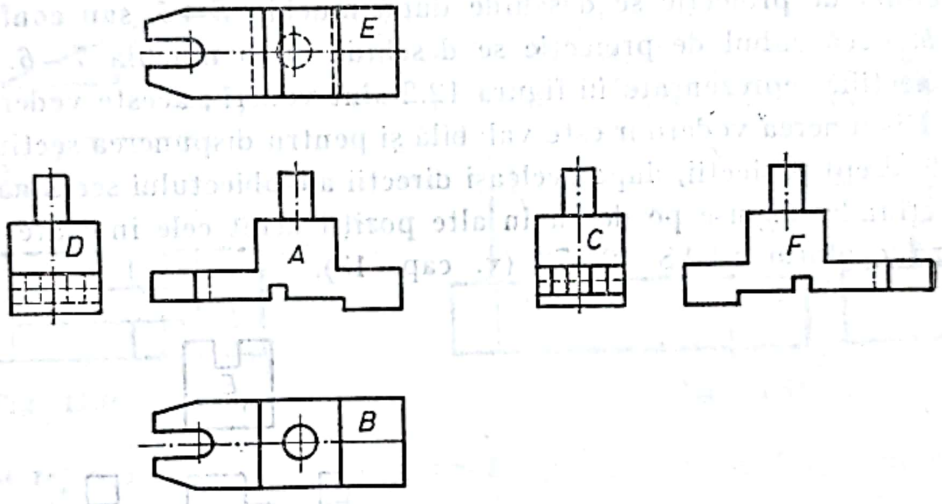
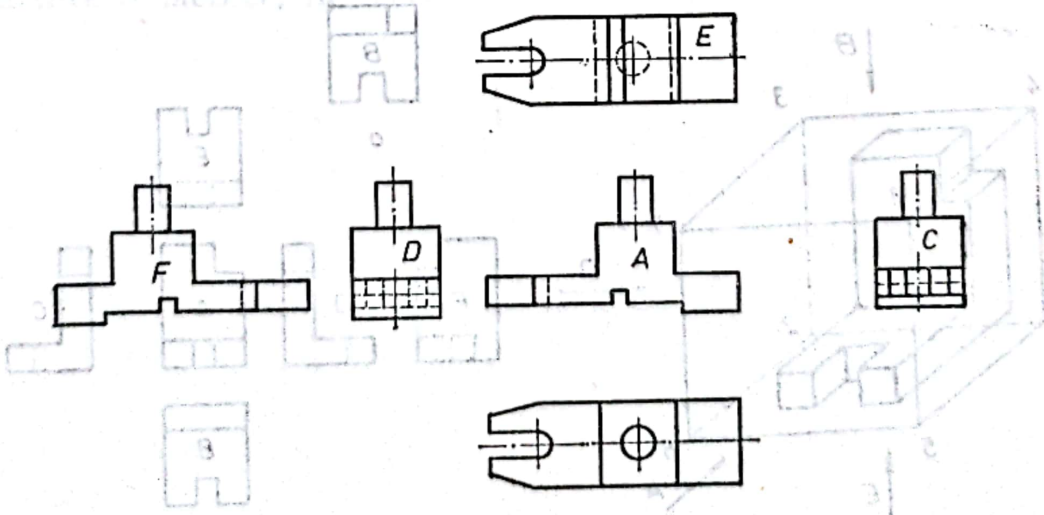


Fig. 12.3



a



b

Fig. 12.4

Scanned with OKEN Scanner

Proiecţia principală se alege astfel încît să reprezinte obiectul în poziţia de funcţionare şi trebuie să cuprindă cele mai multe detalii de formă şi de dimensiuni.

Vederea după direcţia *A* se numeşte vedere din faţă, vederea după direcţia *B* — vedere de sus, vederea după direcţia *C* — vedere lateral dreapta, vederea după direcţia *D* — vedere lateral stînga, vederea după direcţia *E* — vedere de jos şi vederea după direcţia *F* — vedere din spate.

Se recomandă utilizarea următoarelor trei proiecţii: vederea din faţă (după direcţia *A*), vederea din stînga (după direcţia *C*) şi vederea de sus (după direcţia *B*), respectiv secţiunile corespunzătoare acestora.

Există două metode de dispunere a proiecţiilor pe desen:

— metoda europeană *E* sau metoda primului diedru;

— metoda americană *A* sau metoda celui de-al treilea triedru.

În cazul metodei europene, proiecţiile se dispun ca în figura 12.2, *a* sau 12.2, *b*. În cazul metodei americane, proiecţiile după direcţiile *C* şi *D* îşi inversează locul.

12.1. APLICAŢII REZOLVATE

1. Să se execute reprezentarea ortogonală pe cele şase plane a modelului reprezentat axonometric în figura 12.3.

Rezolvare. Se proiectează ortogonal modelul pe fiecare plan de proiecţie, după direcţiile indicate prin săgeţi şi notate cu literele *A*, *B*...*F*. Se consideră că se deschide cubul de proiecţie după muchia *5—8* şi se rotesc feţele cubului pînă ajung în acelaşi plan cu planul vertical *1234* (fig. 12.4, *a*). Dacă feţele cubului se deschid după muchia *6—7*, proiecţiile obţinute sînt dispuse ca în figura 12.4, *b*.

2. Să se execute reprezentarea ortogonală pe cele şase plane de proiecţie a modelului reprezentat axonometric în figura 12.5, *a*.

Rezolvare. Se proiectează ortogonal modelul după cele şase direcţii *A*, *B*...*F*, apoi feţele cubului se aduc în acelaşi plan cu planul vertical *1234* (fig. 12.5, *b*).

3. Să se execute reprezentarea ortogonală pe cele şase plane a piesei reprezentate axonometric în figura 12.6, *a*.

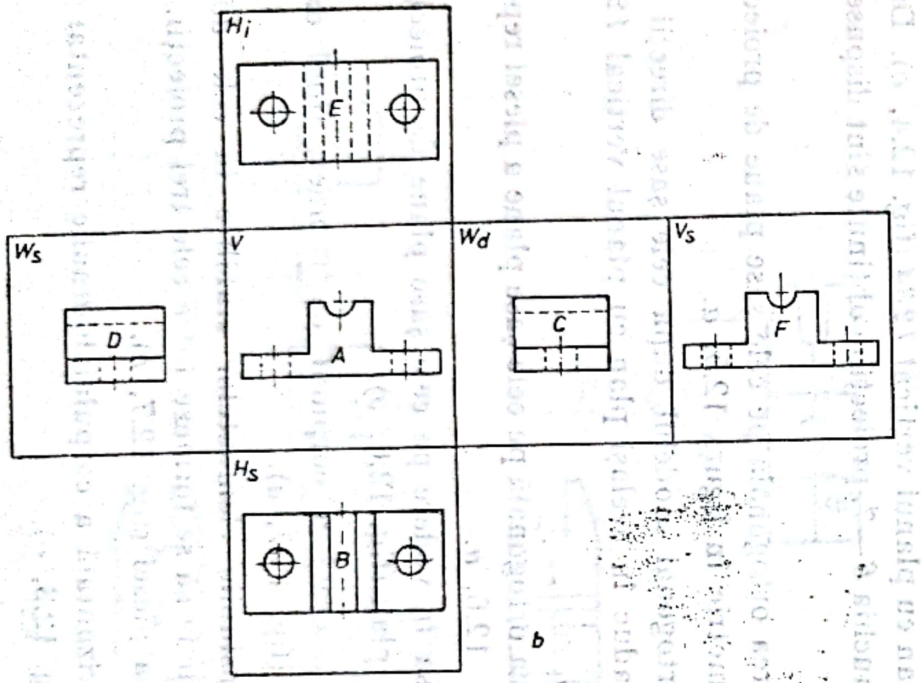
Rezolvare. Se reprezintă piesa în vedere pe cele şase plane de proiecţie, care se aduc, apoi, pe un singur plan (fig. 12.6, *b*).

4. Să se execute proiecţia laterală a corpului de robinet, fiind date proiecţia verticală şi orizontală (fig. 12.7, *a*).

Rezolvare. Respectînd dimensiunile elementelor stabilite în cele două proiecţii şi corespondenţa ce trebuie să se formeze între cele trei proiecţii, se construieşte vederea din stînga a piesei (fig. 12.7, *b*).

5. Să se execute proiecţia orizontală a corpului hidraulic reprezentat în proiecţie verticală şi laterală (fig. 12.8, *a*).

Scanned with OKEN Scanner



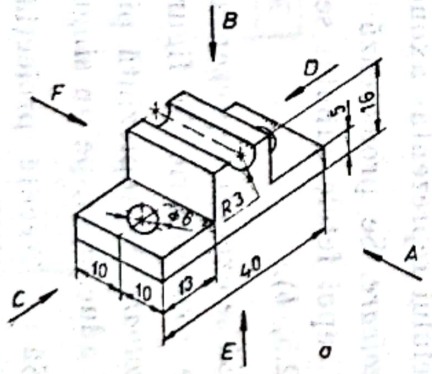
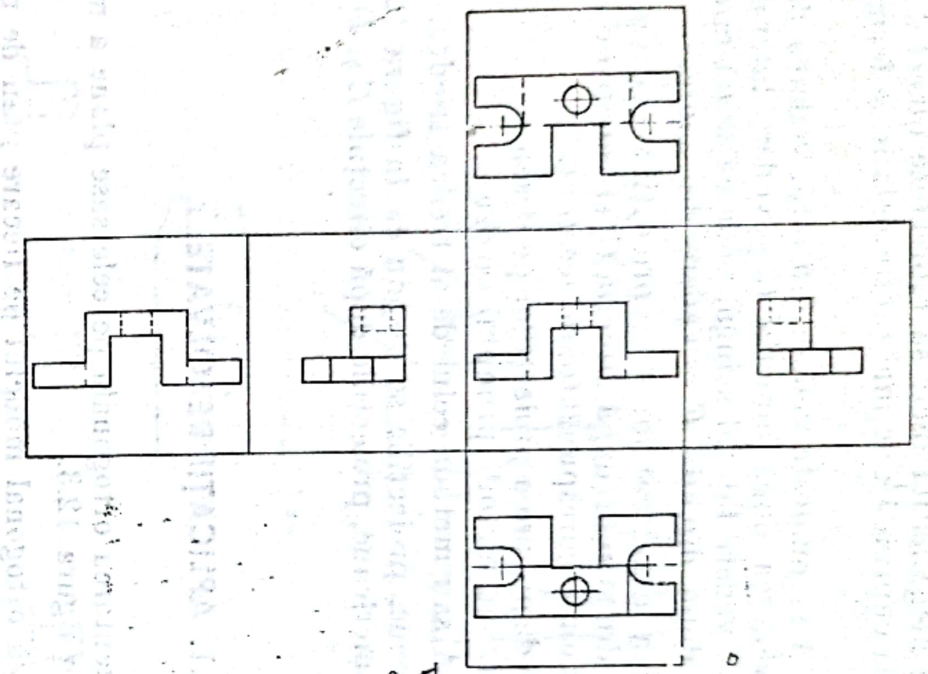


Fig. 12.5



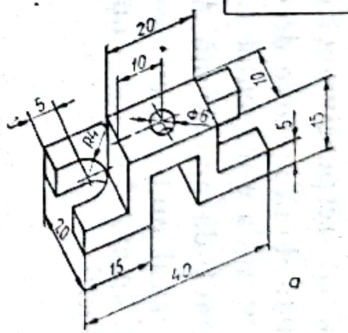
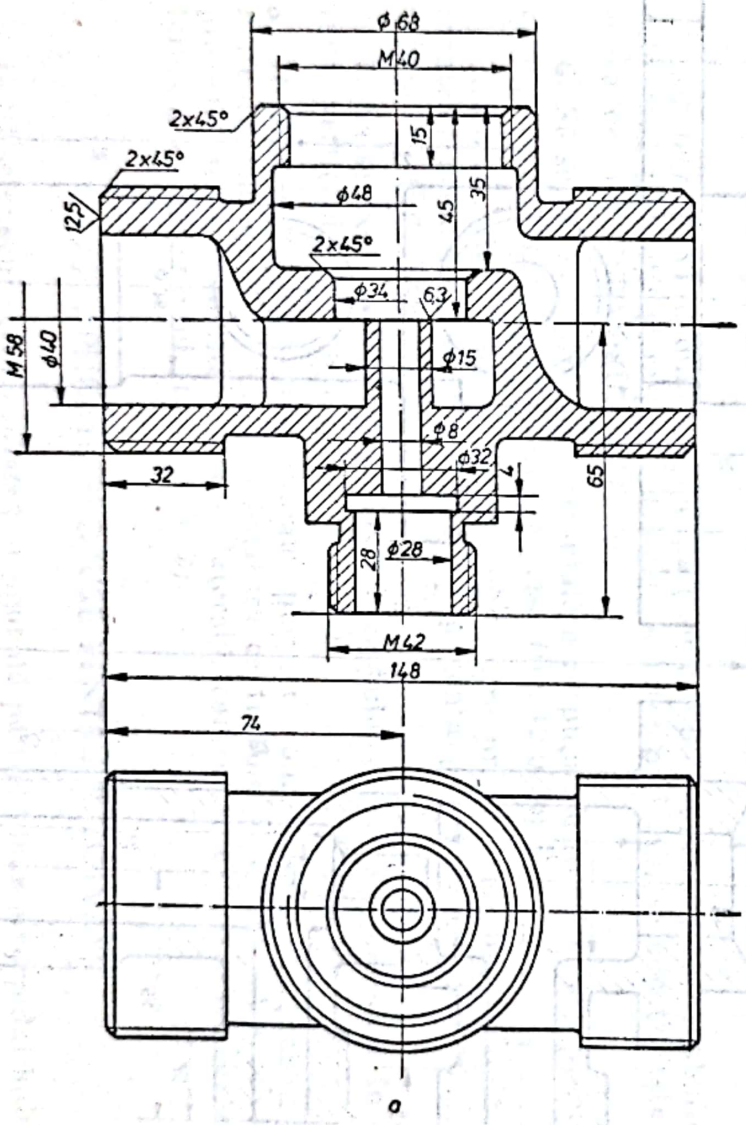


Fig. 12,6

Scanned with OKEN Scanner



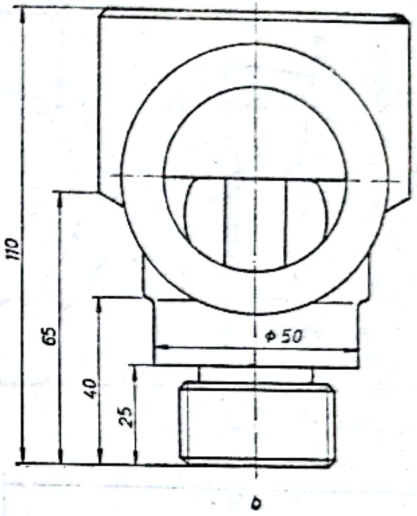


Fig. 12.7

Scanned with OKEN Scanner

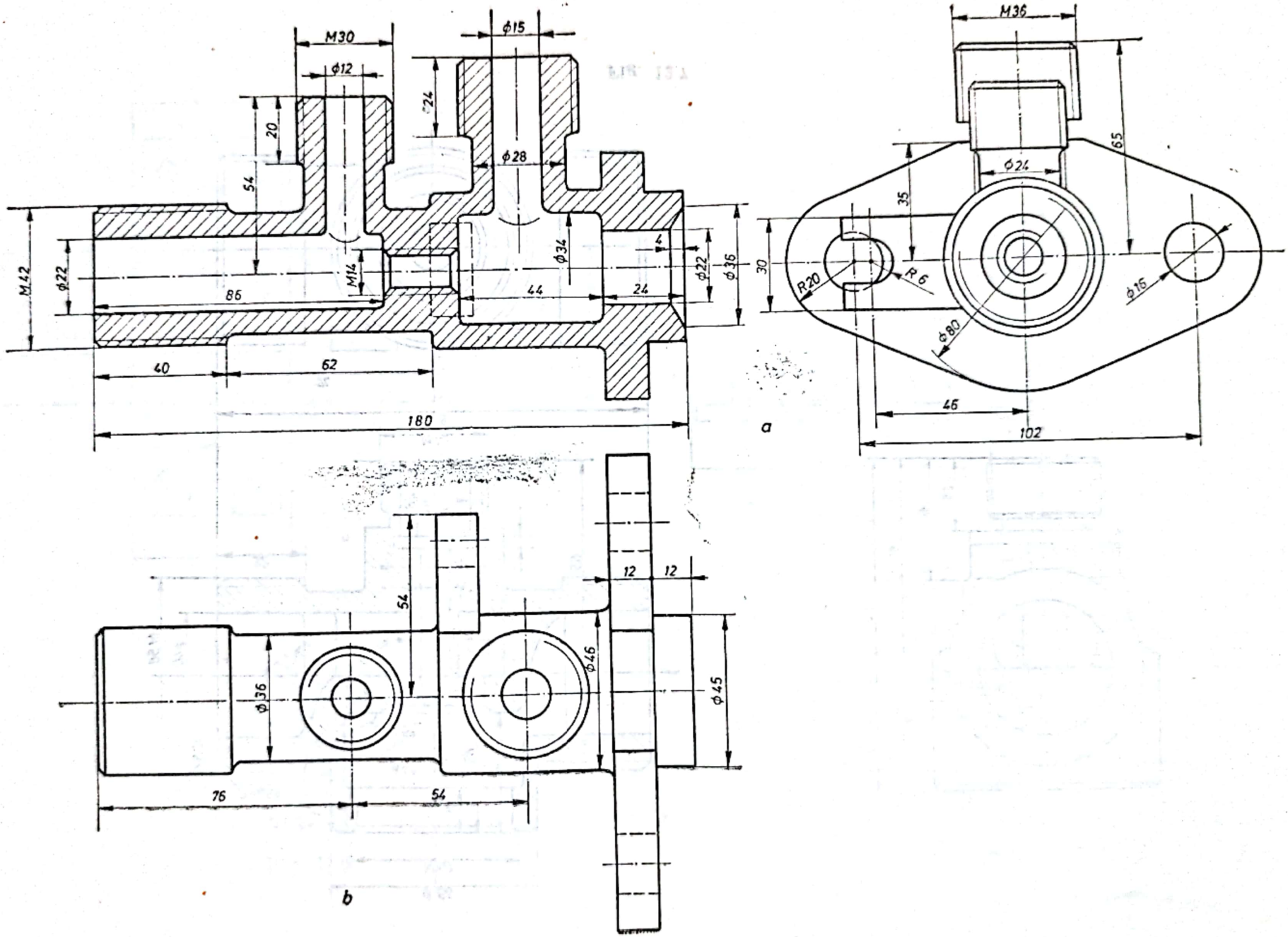


Fig. 13.8

Scanned with OKEN Scanner

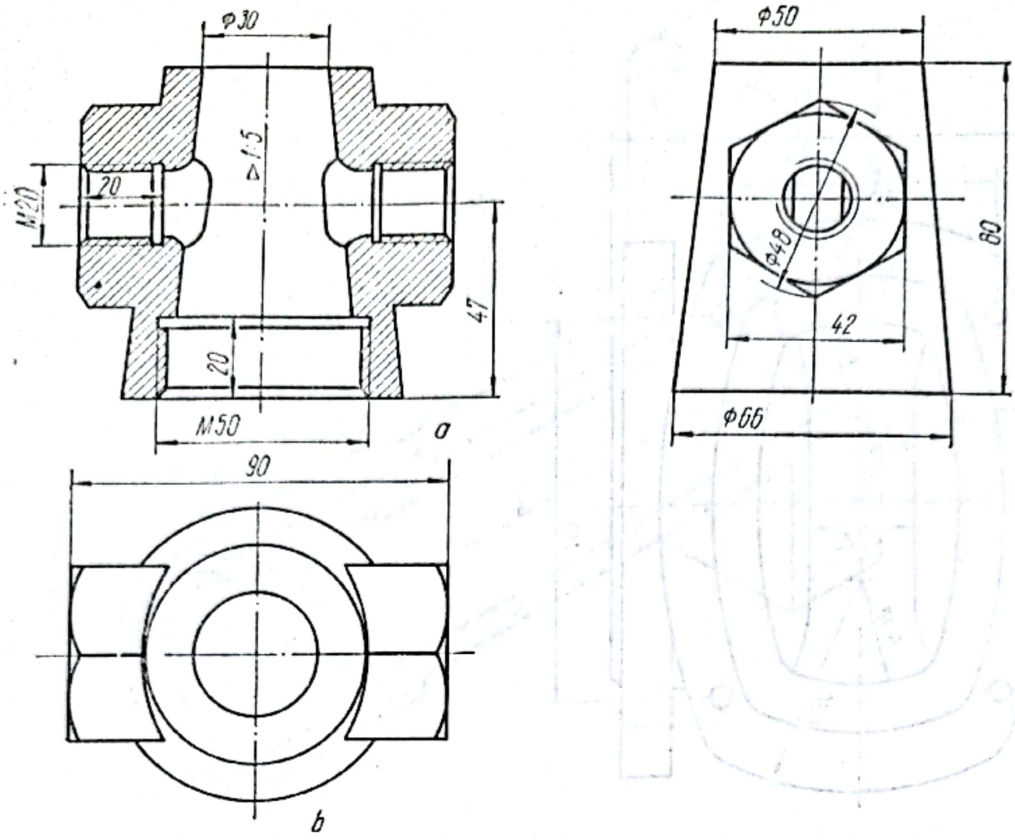


Fig. 12.9

Rezolvare. Avînd dimensiunile părţilor componente ale piesei stabilite în cele două proiecţii şi respectînd legătura între proiecţii, se construieşte vederea de sus a piesei (fig. 12.8, *b*).

6. Să se execute proiecţia orizontală a corpului de robinet cu cep, cunoscînd proiecţia verticală şi laterală a piesei (fig. 12.9, *a*).

Rezolvare. Respectînd corespondenţa între proiecţii şi dimensiunile elementelor geometrice care intră în componenţa piesei, se execută proiecţia orizontală (fig. 12.9, *b*).

7. Să se execute proiecţia laterală a corpului de vană reprezentat în proiecţie verticală şi orizontală (fig. 12.10, *a*).

Rezolvare. Folosind dimensiunile părţilor componente ale piesei, stabilite în cele două proiecţii, şi legătura ce trebuie să existe între cele trei proiecţii, se construieşte proiecţia laterală, care clarifică unele elemente de formă şi de dimensiuni (fig. 12.10, *b*).

12.2. APLICAŢII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se execute reprezentarea ortogonală pe trei plane a corpului hidraulic reprezentat axonometric în figura 12.11.

2. Să se construiască proiecţia laterală a piesei reprezentate în figura 12.12 şi să se coteze desenul.

3. Să se reprezinte proiecţia laterală a piesei din figura 12.13 şi să se coteze desenul.

Scanned with OKEN Scanner

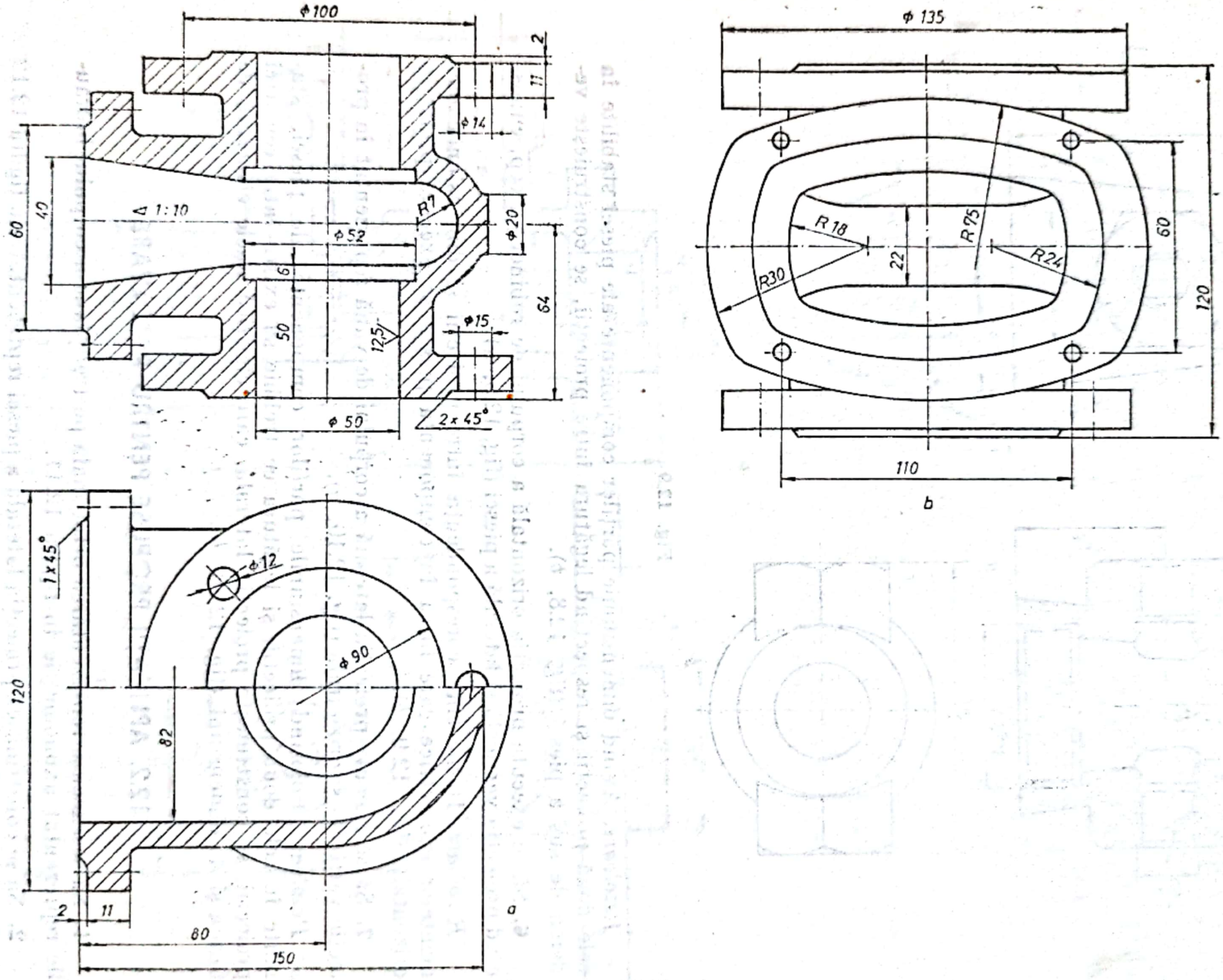


Fig. 12.10

Scanned with OKEN Scanner

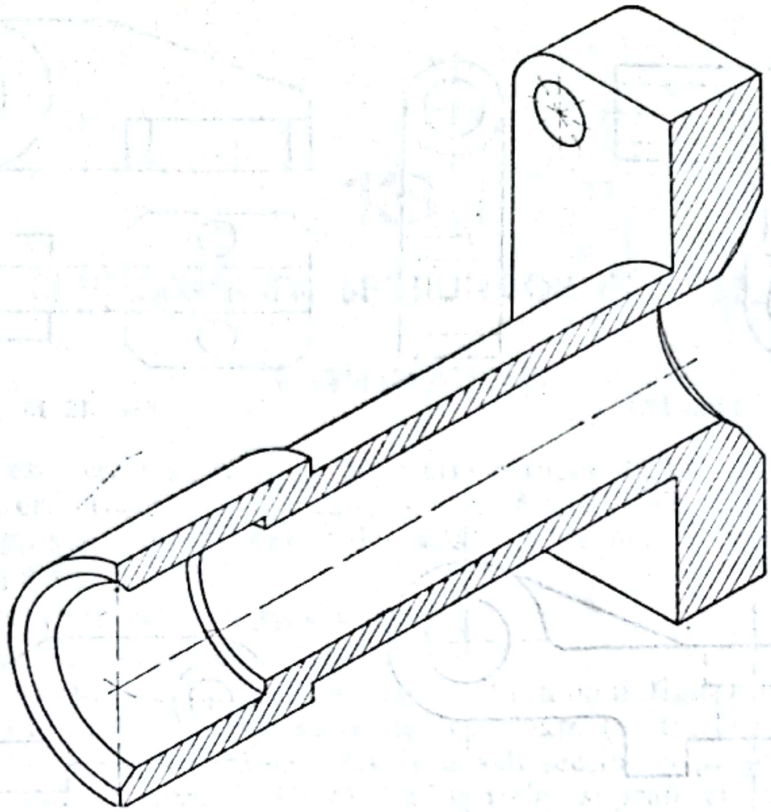


Fig. 12.11

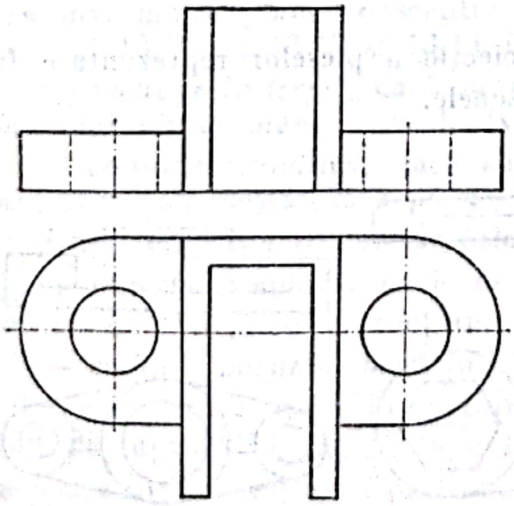


Fig. 12.12

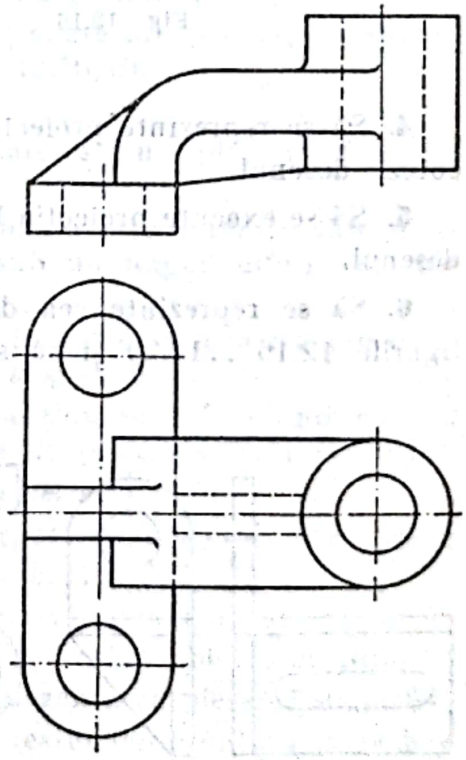


Fig. 12.13

Scanned with OKEN Scanner

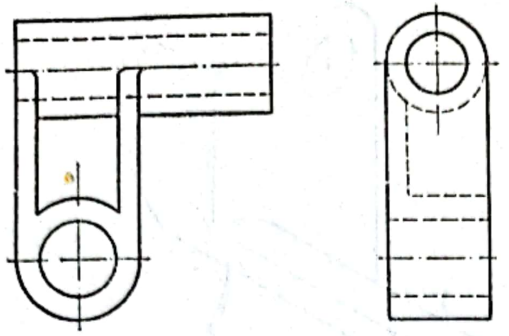


Fig. 12.14

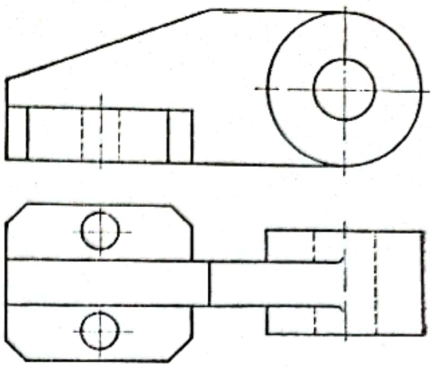


Fig. 12 15

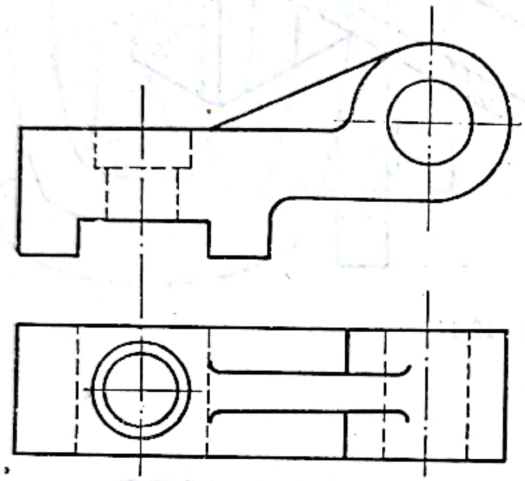


Fig. 12.16

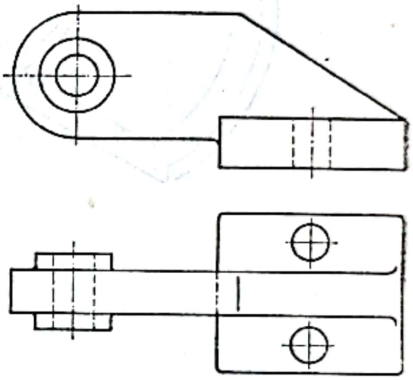


Fig. 12.17

4. Să se reprezinte proiecția orizontală a piesei din figura 12.14 și să se coteze desenul.

5. Să se execute proiecția laterală a piesei din figura 12.15 și să se coteze desenul.

6. Să se reprezinte cea de-a treia proiecție a pieselor reprezentate în figurile 12.16...12.20 și să se coteze desenele.

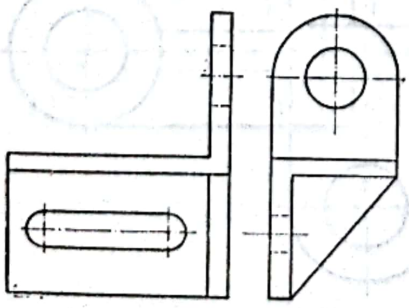


Fig. 12.18

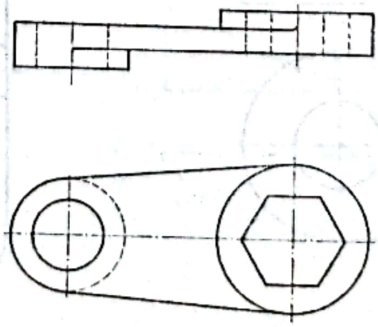


Fig. 12.19

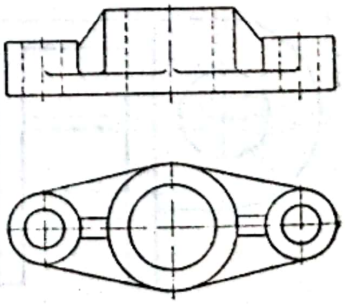


Fig. 12.20

Scanned with OKEN Scanner

13

REPREZENTAREA SECȚIUNILOR ÎN PIESE

13.1. GENERALITĂȚI

Secțiunea este reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a obiectului după intersectarea acestuia cu o suprafață fictivă de secționare și îndepărtarea imaginară a părții obiectului aflată între ochiul observatorului și suprafața respectivă.

Clasificarea secțiunilor se face astfel :

După modul de reprezentare, în :

— *secțiune propriu-zisă,* dacă se reprezintă numai figura rezultată prin intersectarea obiectului cu suprafața de secționare (v. fig. 13.39 și 13.41) ;

— *secțiune cu vedere,* dacă se reprezintă atît secțiunea propriu-zisă cît și, în vedere, partea obiectului aflată în spatele suprafeței de secționare (v. fig. 13.2, *d* ; 13.3, *b* și 13.8).

După poziția suprafeței de secționare față de planul orizontal de proiecție, în :

— *secțiune orizontală,* dacă suprafața de secționare este paralelă cu planul orizontal de proiecție (v. fig. 13.9) ;

— *secțiune verticală,* dacă suprafața de secționare este perpendiculară pe planul orizontal de proiecție (v. fig. 13.4, *b*, 13.5 și 13.8) ;

— *secțiune înclinată,* dacă suprafața de secționare are o poziție înclinată față de unul din planele de proiecție (v. fig. 13.10, *d*).

După forma suprafeței de secționare, în :

— *secțiune plană,* dacă suprafața de secționare este un plan (v. fig. 13.7 13.8 și 13.10, *c*) ;

— *secțiune frîntă,* dacă suprafața de secționare este formată din două sau mai multe plane consecutiv concurente sub un unghi diferit de 90° (v. fig. 13.10, *a* ; 13.13 și 13.14, *b*) ;

— *secțiune în trepte,* dacă suprafața de secționare este formată din două sau mai multe plane paralele (v. fig. 13.10, *b* și 13.11) ;

— *secțiune cilindrică,* dacă suprafața de secționare este cilindrică, iar secțiunea este desfășurată pe unul din planele de proiecție (v. fig. 13.12).

După proporția în care se face secționarea obiectului, în :

— *secțiune completă,* dacă în proiecția respectivă obiectul este reprezentat în întregime în secțiune (v. fig. 13.3, *b*...13.9, *b*) ;

— *secțiune parțială,* dacă în proiecția respectivă numai o parte a obiectului este reprezentată în secțiune, separată de restul obiectului printr-o linie de ruptură (v. fig. 13.48 și 13.49). La reprezentarea pieselor simetrice, se poate utiliza secțiunea parțială, separată de restul reprezentării în vedere prin linia de ax (v. fig. 12.10, *a* și 14.1, *l*).

Scanned with OKEN Scanner

Observații :

1. Secțiunile propriu-zise și secțiunile cu vedere, pe desen, se diferențiază numai prin modul de reprezentare nu și prin modul de notare.

2. Secțiunile orizontale, verticale sau înclinate pot fi :

— longitudinale, dacă suprafața de secționare conține sau este paralelă cu axa principală a obiectului ;

— transversale, dacă suprafața de secționare este perpendiculară pe axa principală a obiectului.

3. Secțiunile propriu-zise, după poziția lor pe desen față de proiecția obiectului a cărui secțiune o reprezintă, se clasifică în :

— *secțiune obișnuită*, dacă secțiunea se reprezintă în afara conturului proiecției respective și este dispusă conform STAS 614-76 sau în altă poziție (v. fig. 13.39) ;

— *secțiune suprapusă*, dacă secțiunea se reprezintă suprapusă peste vederea respectivă (v. fig. 13.40) ;

— *secțiune deplasată*, dacă secțiunea se reprezintă deplasată de-a lungul traseului de secționare, în afara conturului obiectului (v. fig. 13.41 și 13.42) ;

— *secțiune intercalată*, dacă secțiunea se reprezintă în intervalul de ruptură dintre cele două părți ale aceleiași vederi a obiectului (v. fig. 13.43).

13.2. REGULI DE REPREZENTARE A TRASEULUI DE SECȚIONARE ȘI A SECȚIUNILOR

Traseul de secționare reprezintă urma suprafeței de secționare pe planul de proiecție și se reprezintă printr-o linie-punct subțire, având la capetele traseului și în locurile de schimbare a direcției segmente de dreaptă, trasate cu linie continuă groasă. Segmentele de linie continuă groasă nu trebuie să intersecteze liniile de contur (v. fig. 13.8 și 13.10).

Fac excepție :

— secțiunile suprapuse nesimetrice, la care traseul de secționare nu se reprezintă ;

— secțiunile suprapuse simetrice, intercalate sau deplasate, la care traseul de secționare, reprezentat prin linie-punct subțire fără segmente îngroșate la capete, este în același timp și axa secțiunii respective.

Conturul porțiunilor secționate ale obiectului se trasează cu linie continuă groasă, cu excepția conturului secțiunilor suprapuse, care se trasează cu linie continuă subțire.

Suprafețele rezultate prin secționare se hașurează.

În proiecție longitudinală, niturile, știfturile, șuruburile, piulițele, arborii, osiile, penele, tijele, spițele roților etc. se reprezintă în vedere și nu în secțiune, chiar dacă suprafața de secționare trece prin ele, configurația lor interioară putînd fi reprezentată prin rupturi. Nervurile și tablele se reprezintă în secțiune numai în cazul secțiunilor transversale prin acestea.

În cazul unor secțiuni propriu-zise printr-un alezaj sau printr-o adîncitură cilindrică, conică sau sferică, se reprezintă, în vedere, și muchiile și teșiturile alezajului sau adînciturii aflate în spatele suprafeței de secționare.

Secțiunile frînte se proiectează pe un plan de proiecție orizontal, vertical sau lateral, după caz. Porțiunea rezultată prin secționarea obiectului cu

Scanned with OKEN Scanner

partea înclinată a suprafeței de secționare se reprezintă rabătut pe un plan paralel cu planul de proiecție (v. fig. 13.13 și 13.14, *b*), cu excepția cazurilor cînd partea înclinată este cuprinsă între două plane orizontale, verticale sau laterale ale acestei suprafețe ; în aceste cazuri, porțiunea respectivă se reprezintă fără a se rabate.

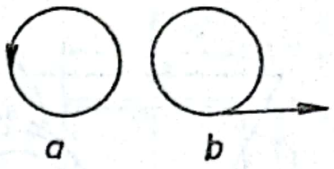


Fig. 13.1

Nu se admite reprezentarea rotită a secțiunilor suprapuse, deplasate sau intercalate.

Direcția de proiecție se reprezintă prin cîte o săgeată perpendiculară pe segmentul de capăt al traseului de secționare și sprijinită pe acesta, astfel încît segmentul de capăt să depășească cu 2—3 mm vîrful săgeții respective. Săgețile se execută conform STAS 188-76.

Simbolurile literale utilizate pentru notarea direcțiilor de proiecție și a proiecțiilor corespunzătoare sînt literele majuscule ale alfabetului latin, avînd dimensiunea nominală de 1,5...2 ori dimensiunea nominală a scrierii folosite pentru inscripționarea cotelor pe desenul respectiv. Literele se scriu paralel cu baza formatului, atît deasupra sau lîngă linia săgeții care indică direcția de proiecție, cît și deasupra proiecției corespunzătoare.

Fiecare traseu distinct de secționare se notează de-a lungul său cu o aceeași literă care, pentru ușurința urmăririi traseului respectiv, poate fi înscrisă și în locurile de schimbare a direcției.

Pentru proiecțiile rotite se folosește simbolul din figura 13.1, *a*, iar pentru secțiunile desfășurate, simbolul din figura 13.1, *b*.

13.3. REPREZENTAREA SECȚIUNILOR CU VEDERE

13.3.1. APLICAȚII REZOLVATE

1. Se consideră piesa din figura 13.2, *a*, reprezentată exonometric. Întrucît din această reprezentare nu rezultă configurația interioară a piesei, se consideră secționată cu un plan notat cu *A* care separă piesa în două părți (fig. 13.2, *b*) : o parte situată între planul de secționare și observator care se îndepărtează, iar cealaltă parte situată între planul de secționare și planul de proiecție, care redă forma secțiunii (fig. 13.2, *c*). Proiecția secțiunii s-a executat reprezentînd atît elementele întîlnite de suprafața de secționare, cît și celelalte elemente situate între suprafața de secționare și planul de proiecție. Această reprezentare se numește secțiune cu vedere (fig. 13.2, *d*).

2. Să se execute proiecția ortogonală a secțiunii determinate prin piesa reprezentată axonometric în figura 13.3, *a*.

Rezolvare. Se reprezintă în proiecție ortogonală conturul exterior și interior care rezultă prin secționare, cît și celelalte elemente cuprinse între planul de secționare și planul de proiecție (fig. 13.3, *b*).

3. În figurile 13.4...13.8, se prezintă alte exemple de reprezentare a pieselor secționate.

4. Să se execute desenul bielei reprezentate în figura 13.9.

Rezolvare. Fiind o piesă mai complexă, pentru reprezentarea ei se execută mai multe secțiuni. Secțiunile executate după traseele *A*—*A* și *D*—*D*

Scanned with OKEN Scanner

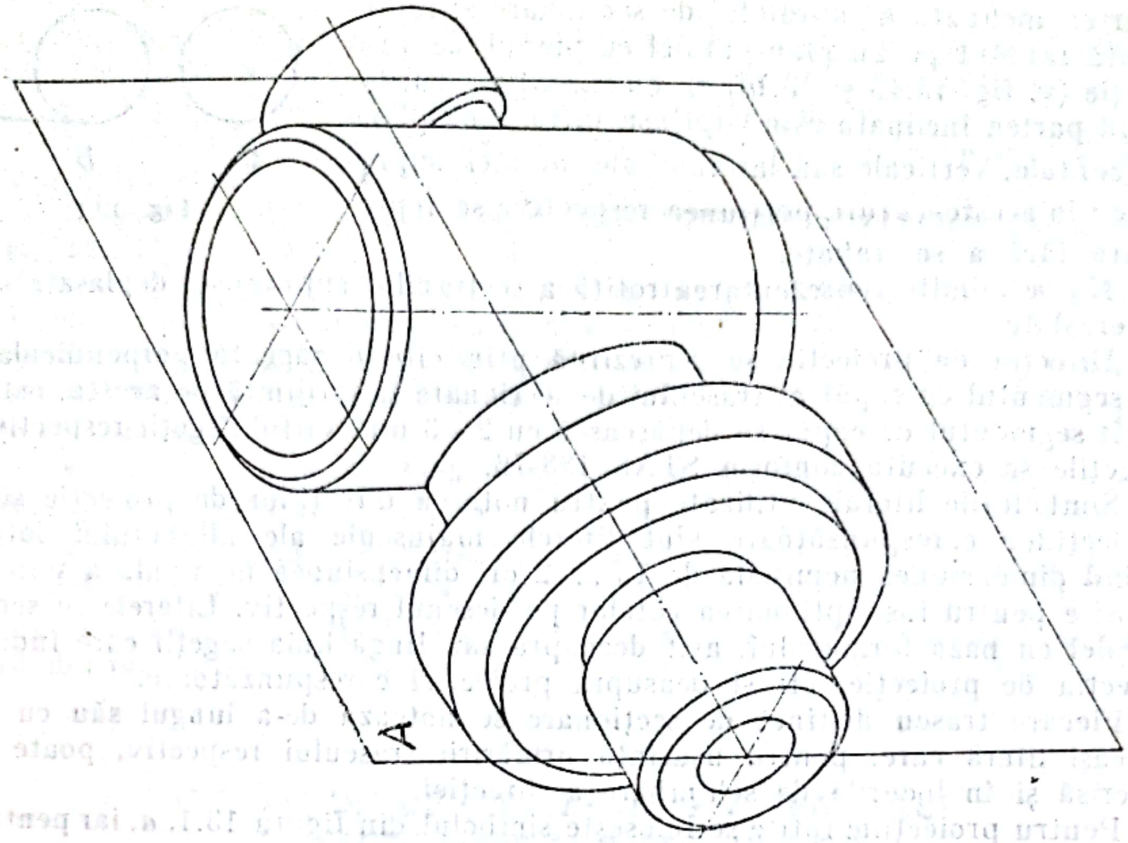
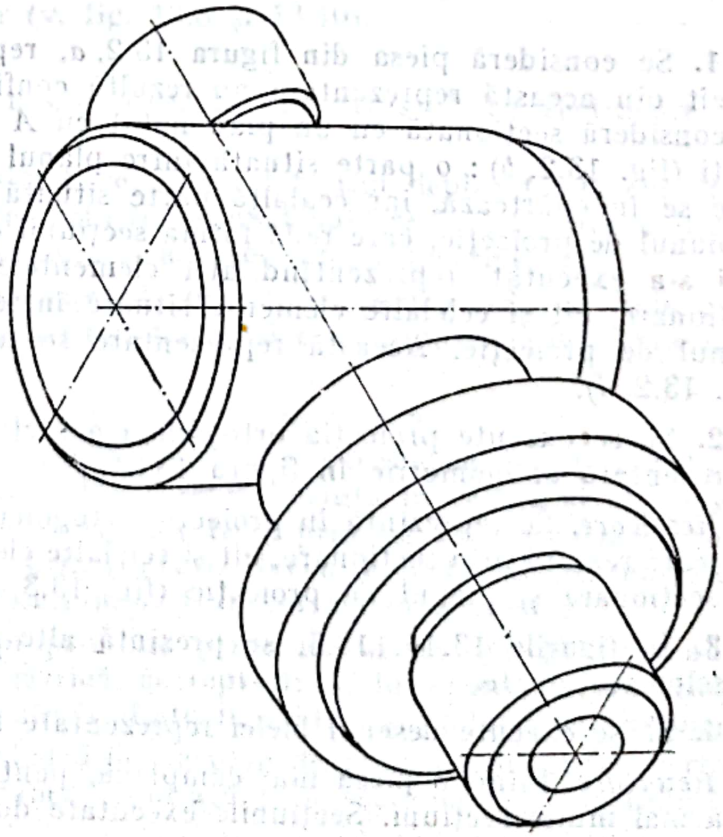


Fig. 13.2



Scanned with OKEN Scanner

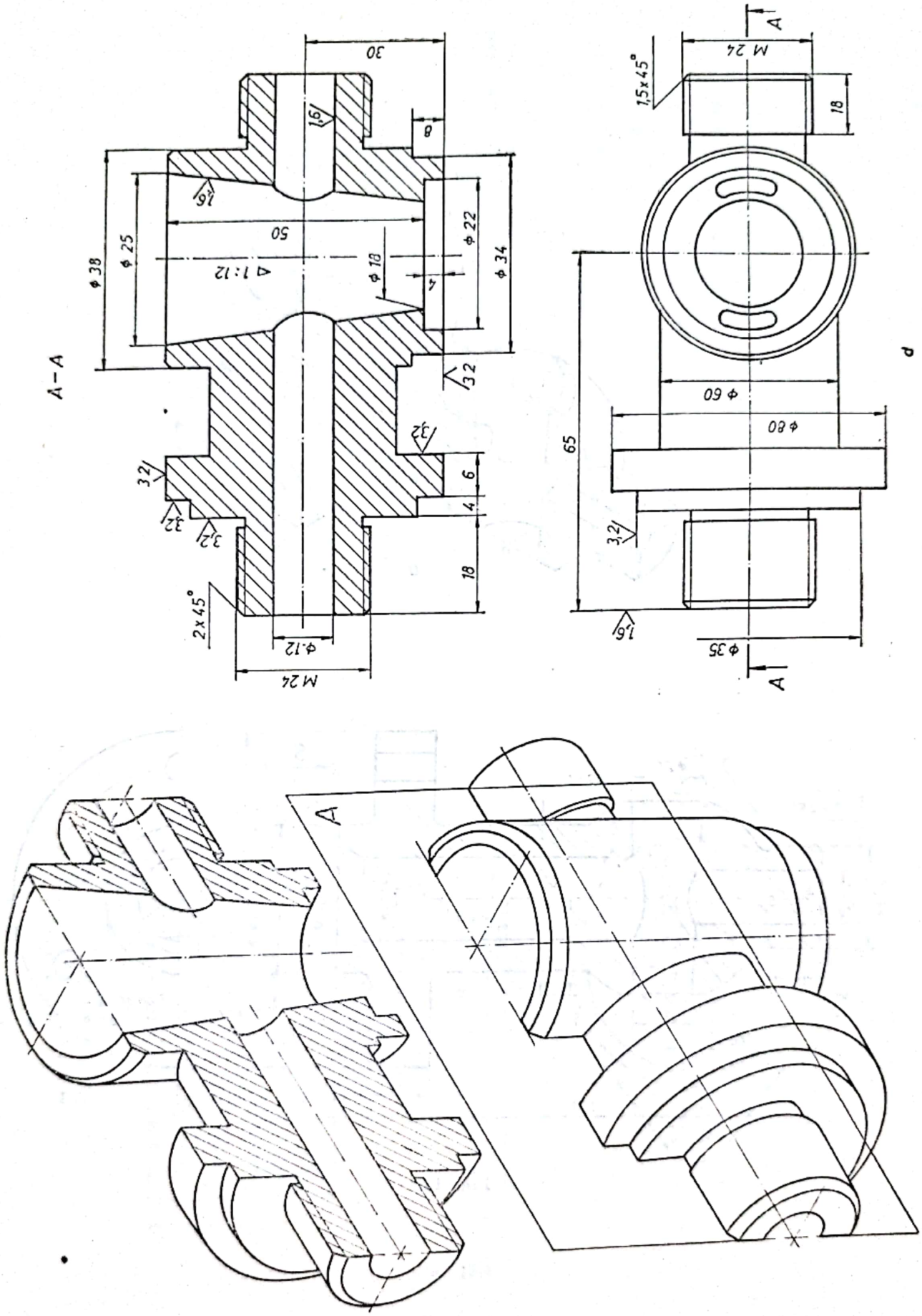
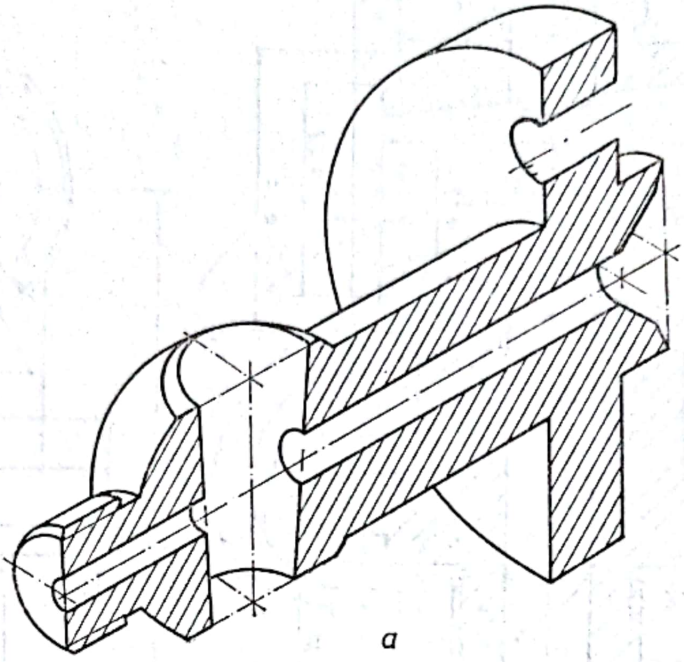
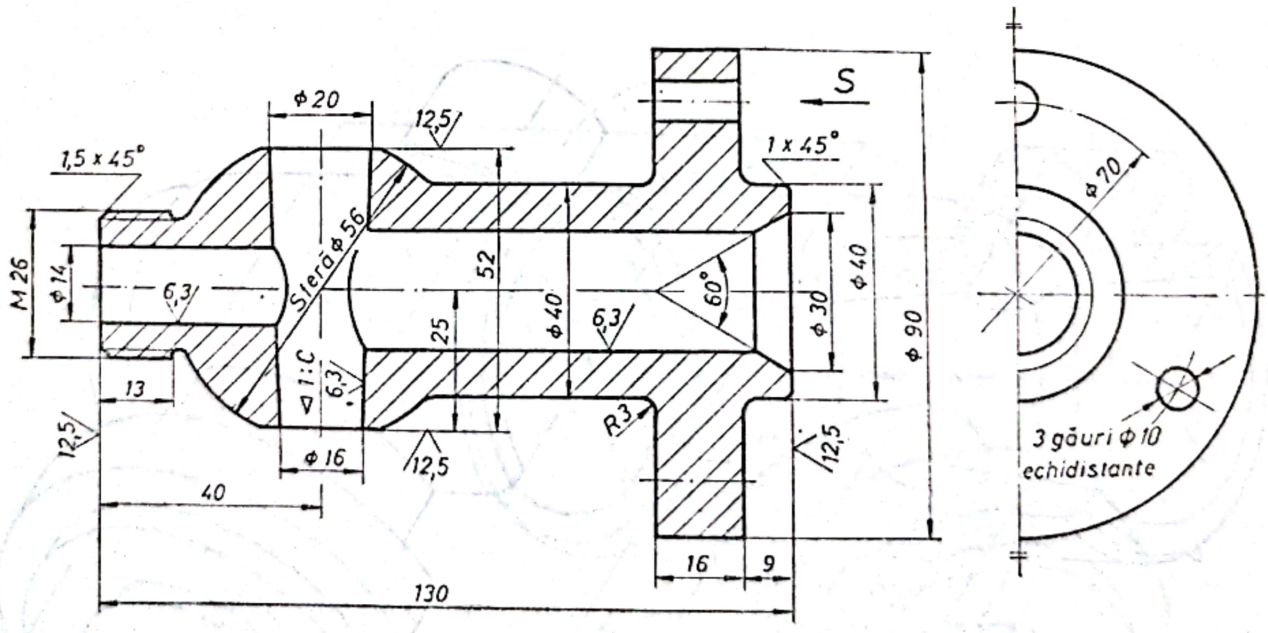

A–A
30
8
1,6
1,6
50
1:12
ϕ 38
ϕ 25
ϕ 18
ϕ 22
ϕ 34
4
3,2
3,2
3,2
3,2
3,2
6
4
18
2x45°
ϕ 12
M 24
A
M 24
1,5x45°
18
65
ϕ 60
ϕ 80
3,2
1,6
ϕ 35
A
A

Fig. 13.2



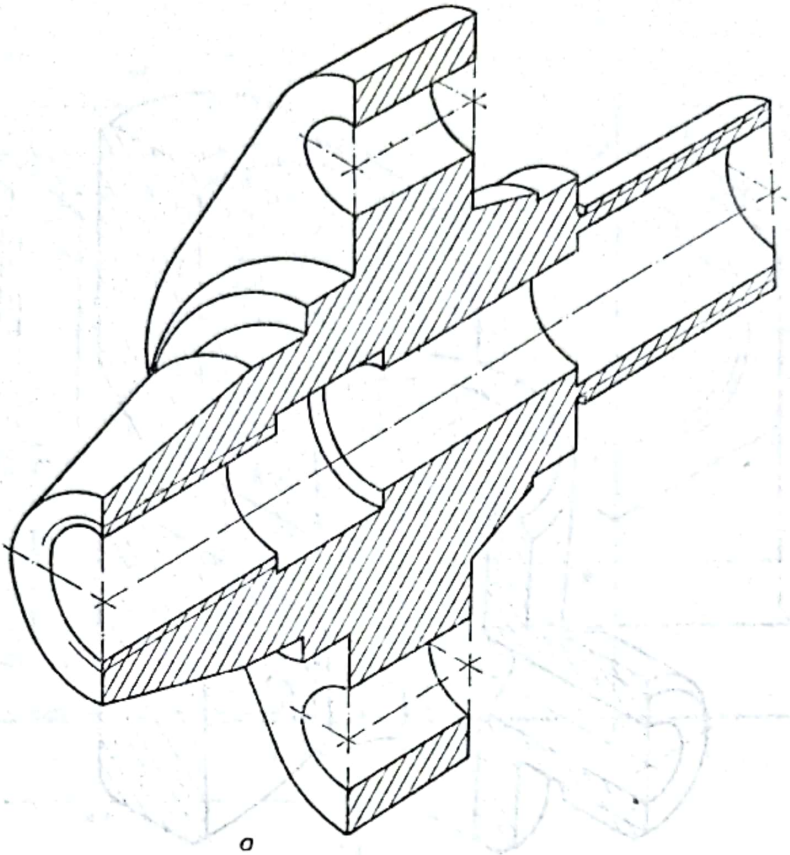
a



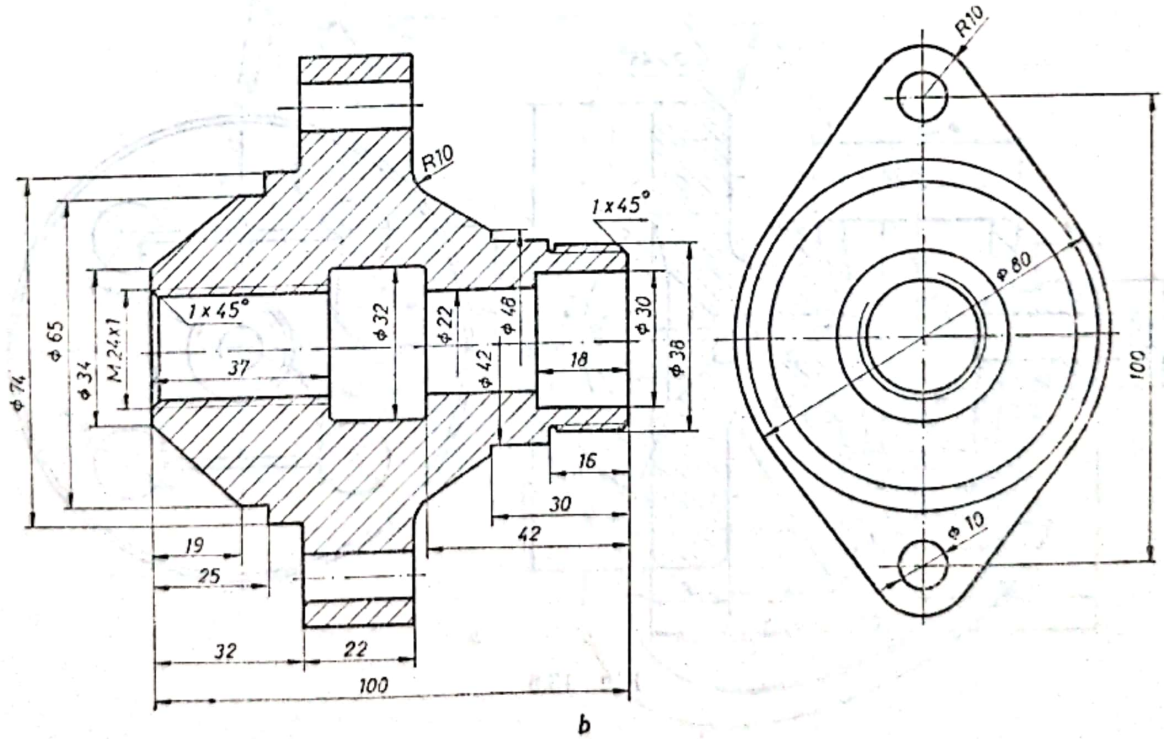
b

Fig. 13.3

Scanned with OKEN Scanner



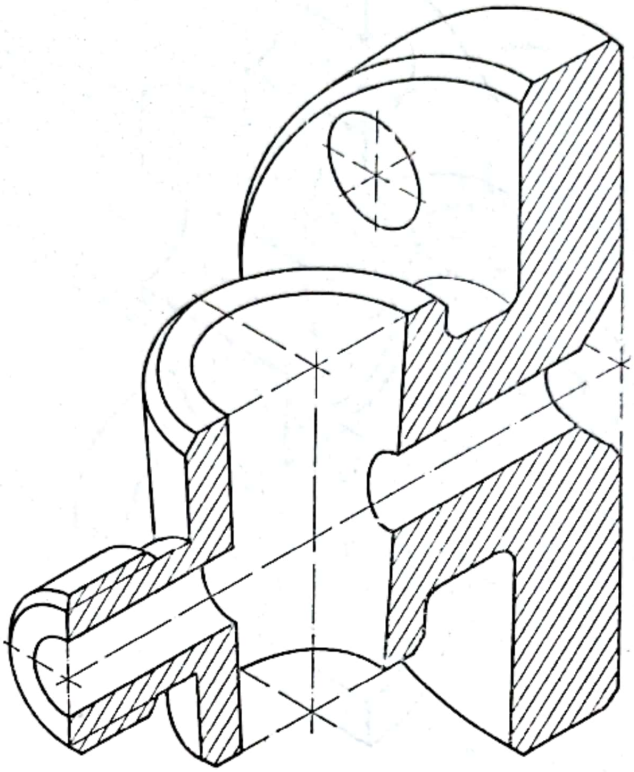
a



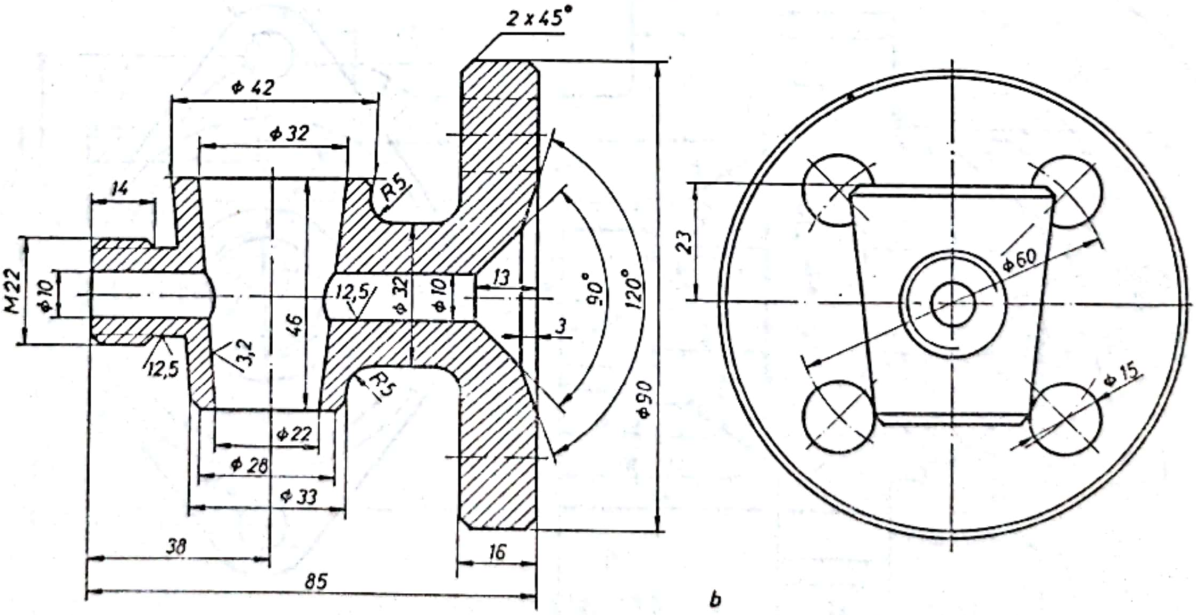
b

Fig. 13.4

Scanned with OKEN Scanner



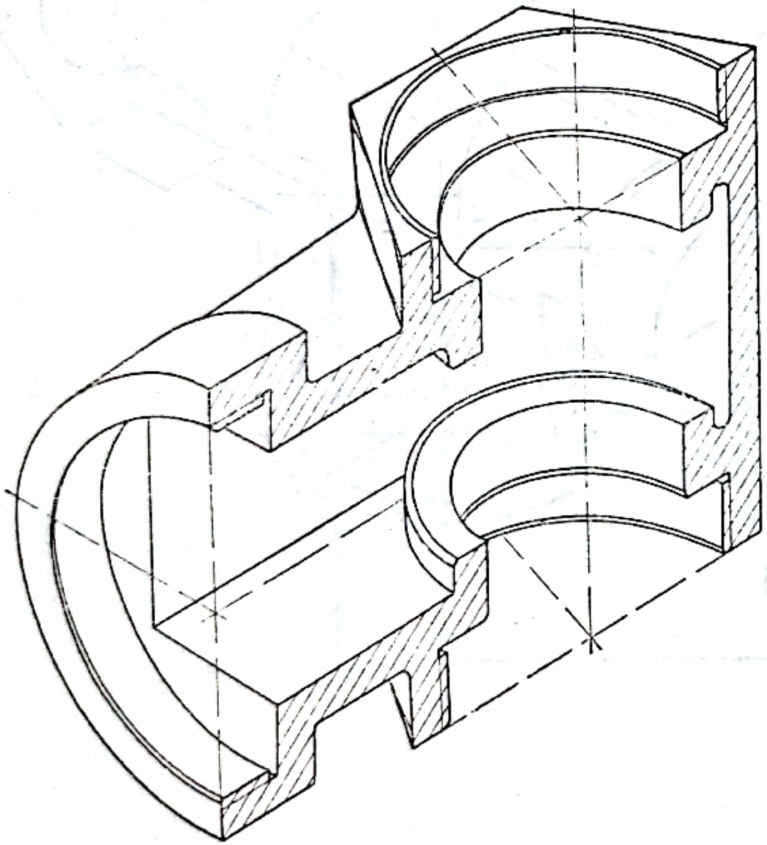
a



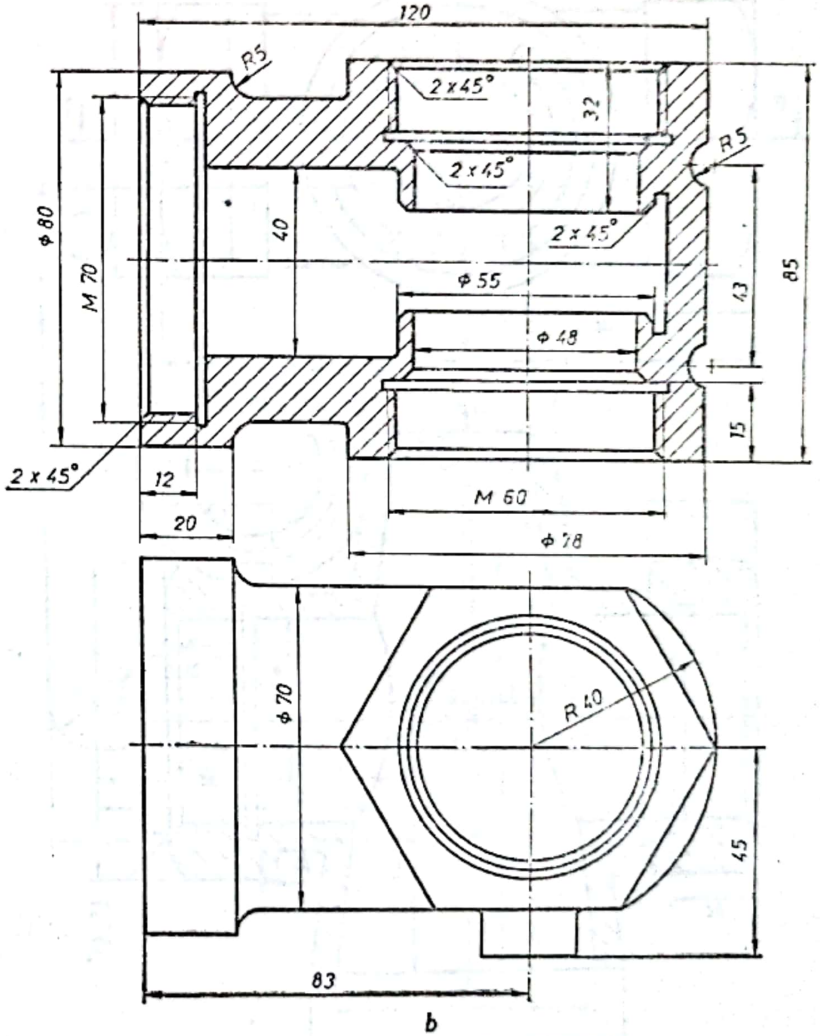
b

Fig. 13.5

Scanned with OKEN Scanner



a



b

Fig. 13.6

Scanned with OKEN Scanner

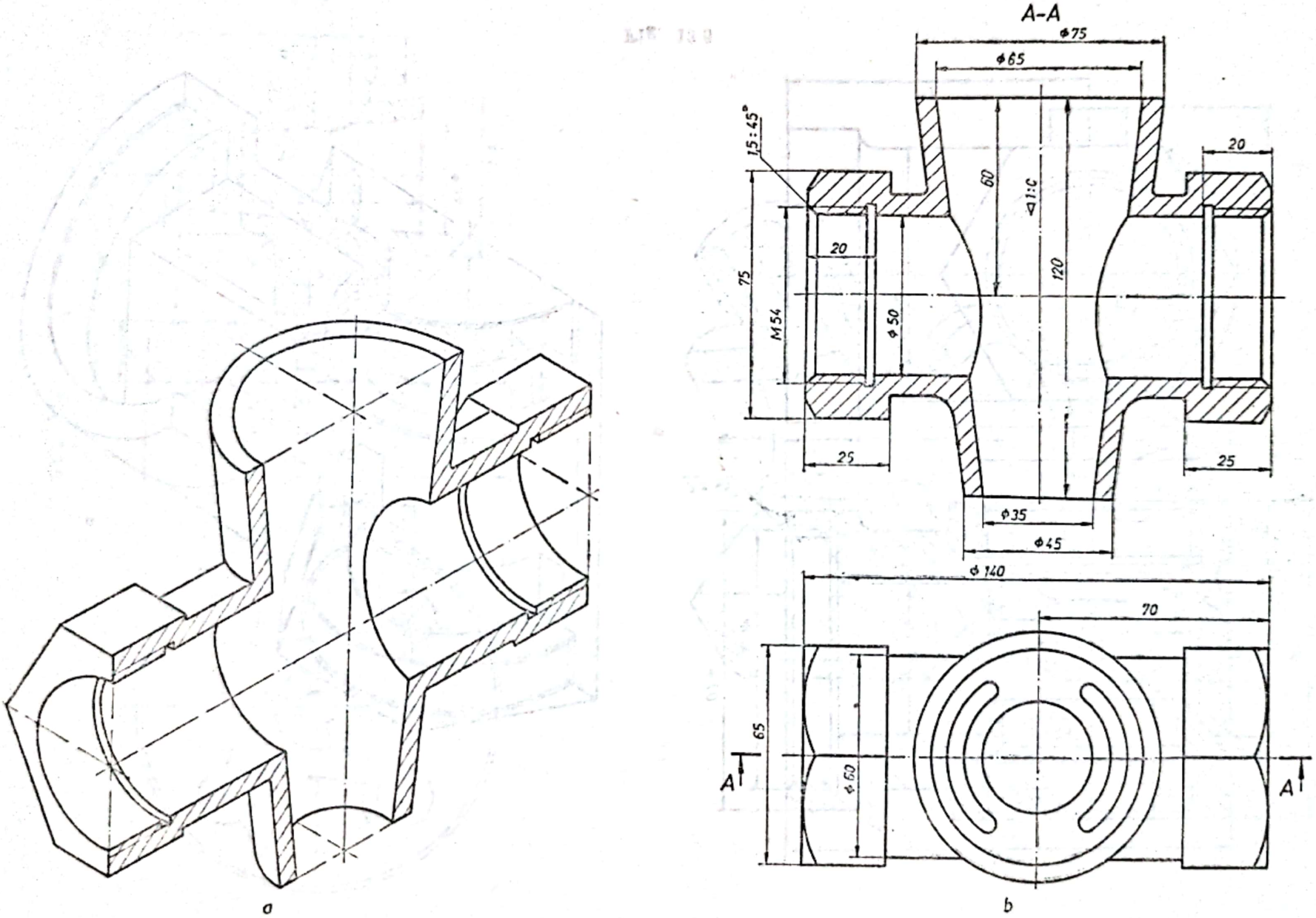


Fig. 13.7

Scanned with OKEN Scanner

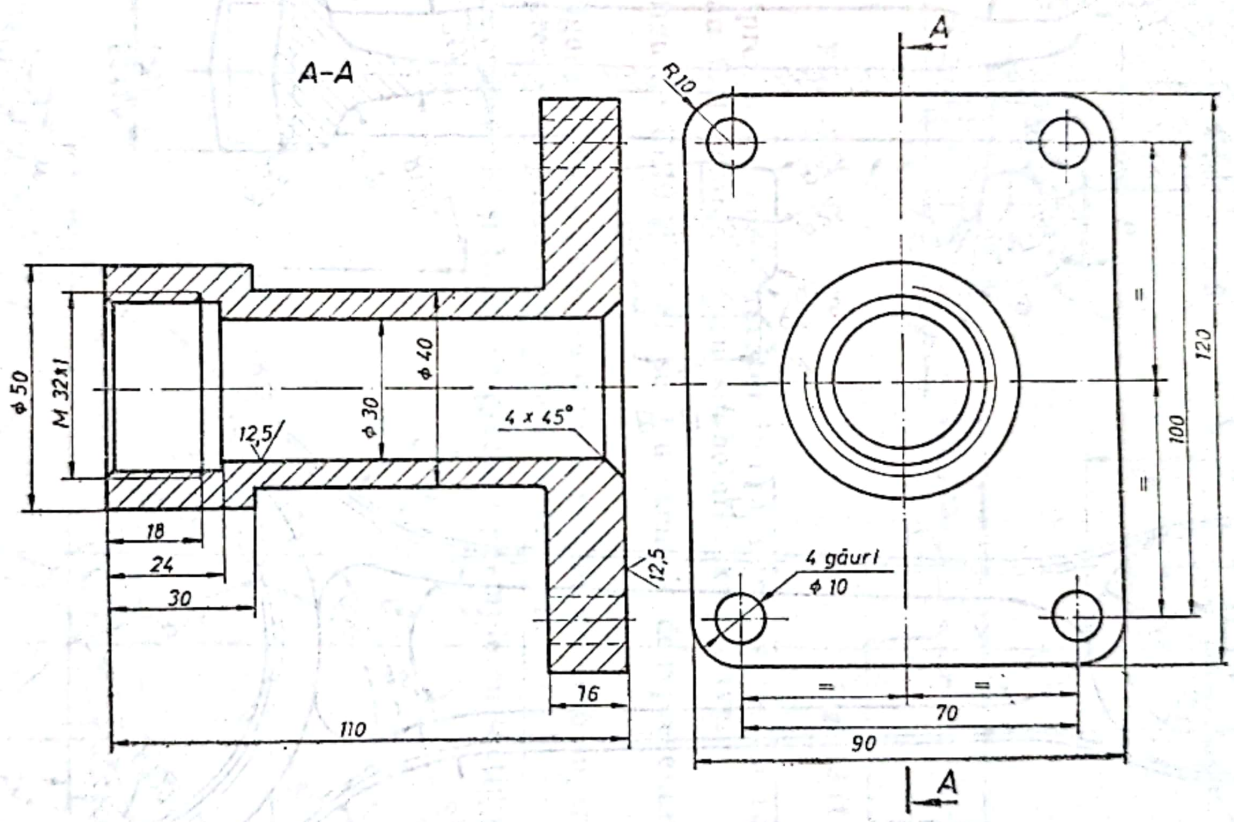


Fig. 13.8

Scanned with OKEN Scanner

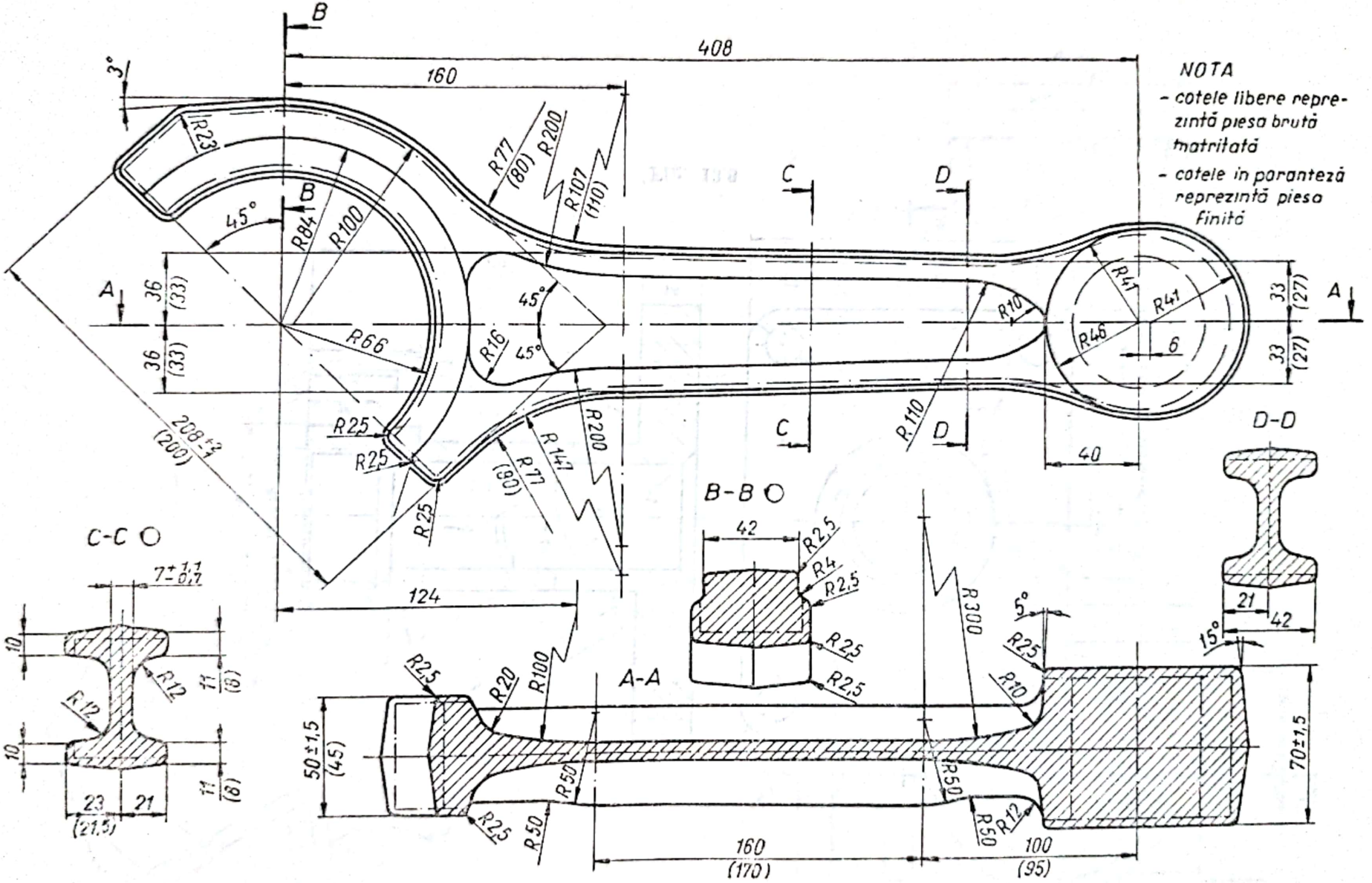

NOTA
- cotele libere reprezintă piesa brută matritată
- cotele în paranteză reprezintă piesa finită
408
160
124
40
C-C
B-B
A-A
D-D
160 (170)
100 (95)
50±1,5 (45)
70±1,5
208 +2 -1 (200)
R23
R84
R100
R66
R25
R77 (80)
R200
R107 (110)
R16
R147
R10
R110
R41
R46
R20
R50
R300
R12
R4
R2,5
45°
3°
5°
15°
7 +1,1 -0,7
10
11 (8)
23 (21,5)
21
42
6
33 (27)
36 (33)

Fig. 13.9

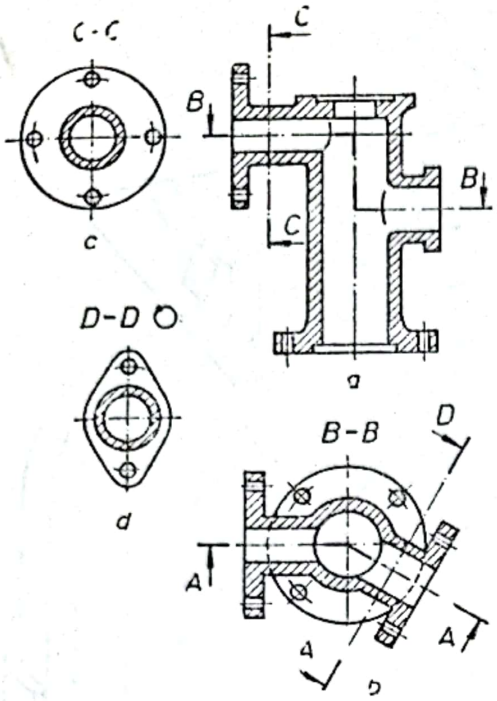


Fig. 13.10

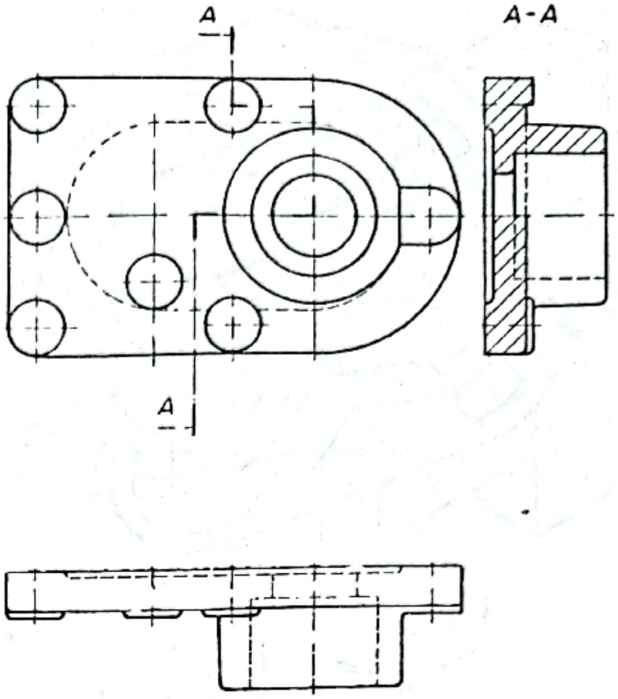


Fig. 13.11

au fost reprezentate corespunzător indicațiilor notate, iar secțiunile $B—B$ și $C—C$ au fost completate cu simbolurile respective.

5. În figurile 13.10 și 13.11 se dau exemple de reprezentare a secțiunilor în trepte.

6. În figura 10.12 se prezintă o piesă secționată cu o suprafață cilindrică, pentru reprezentare fiind considerată desfășurată.

7. În figurile 13.13 și 13.14 se prezintă exemple cu secțiuni frînte.

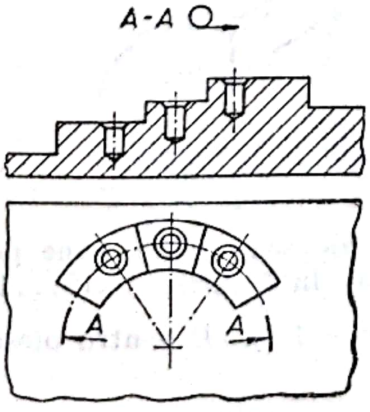


Fig. 13.12

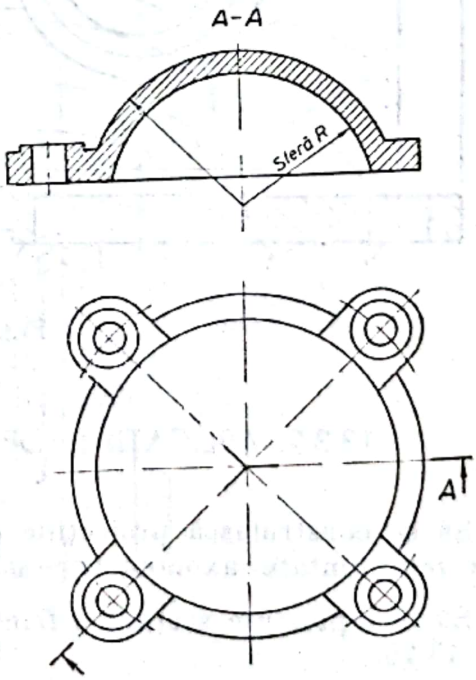
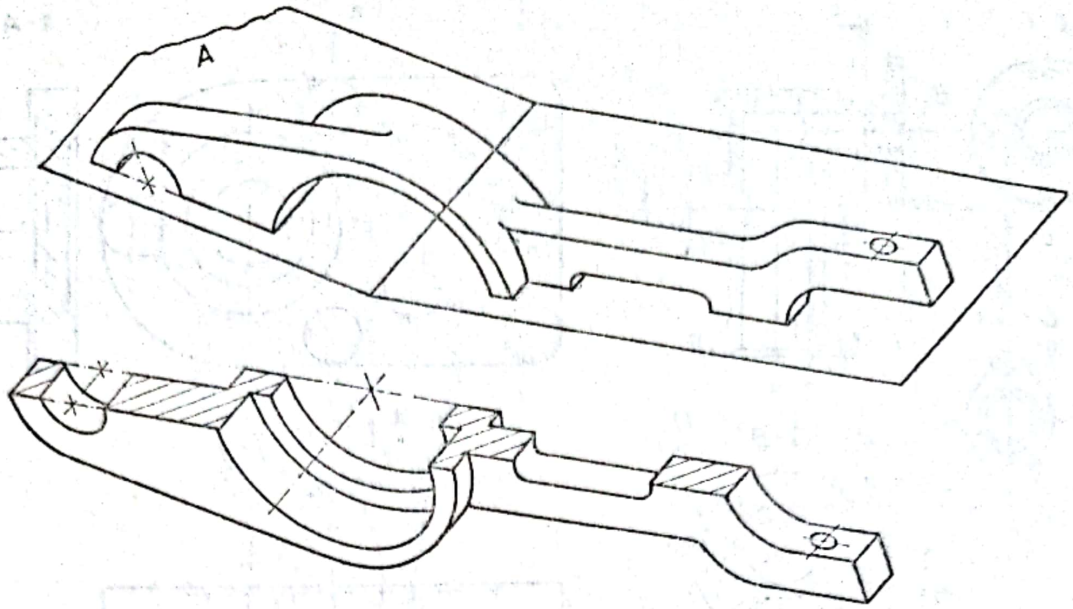
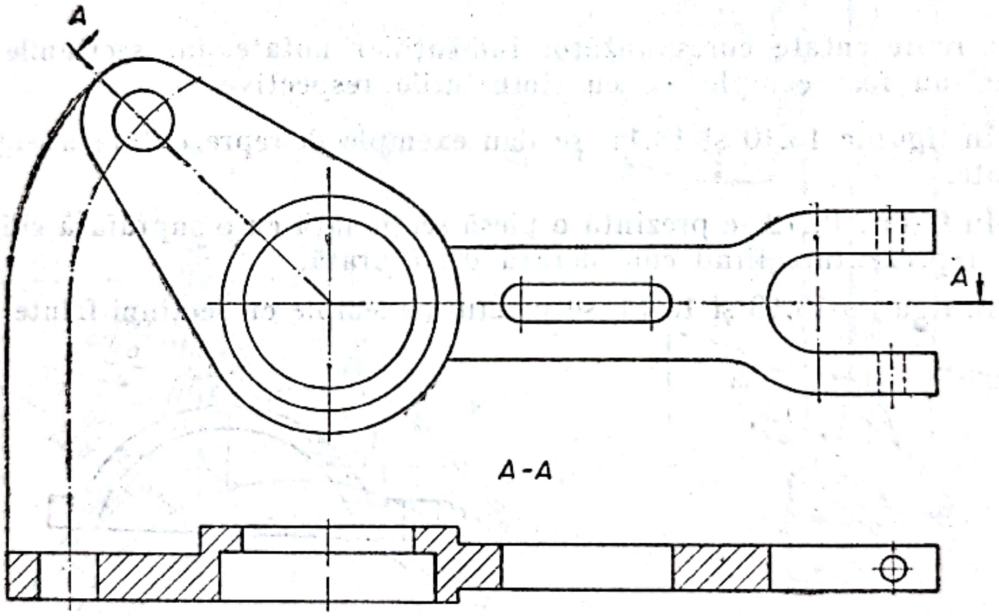


Fig. 13.13



a



b

Fig. 13.14

13.3.2. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se construiască proiecțiile ortogonale ale secțiunilor plane pentru piesele reprezentate axonometric sau ortogonal în figurile 13.15...13.28.

2. Să se reprezinte secțiunea frîntă după traseul $B-B$ pentru piesa din figura 13.29.

3. Să se construiască secțiunile $A-A$ și $B-B$ pentru piesa din figura 13.30.

Scanned with OKEN Scanner

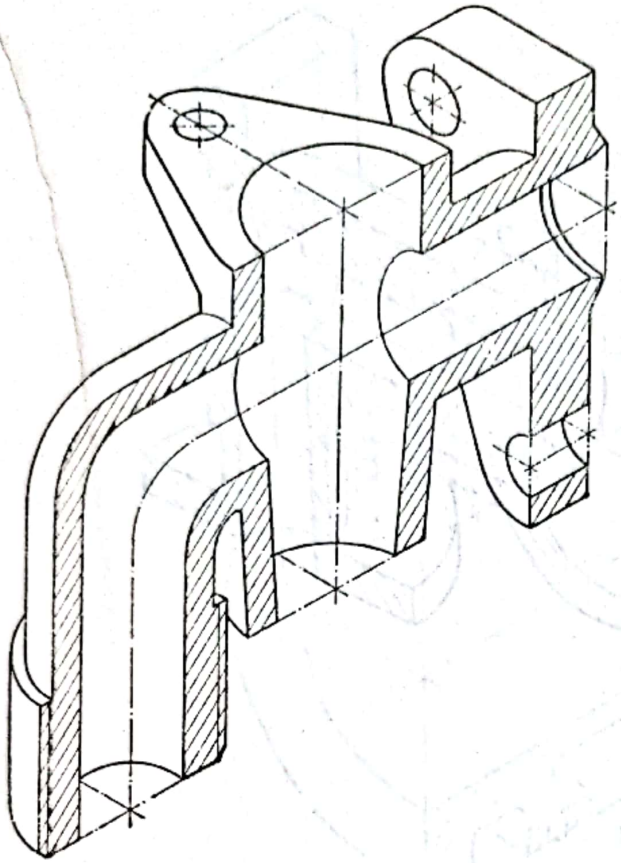


Fig. 13.15

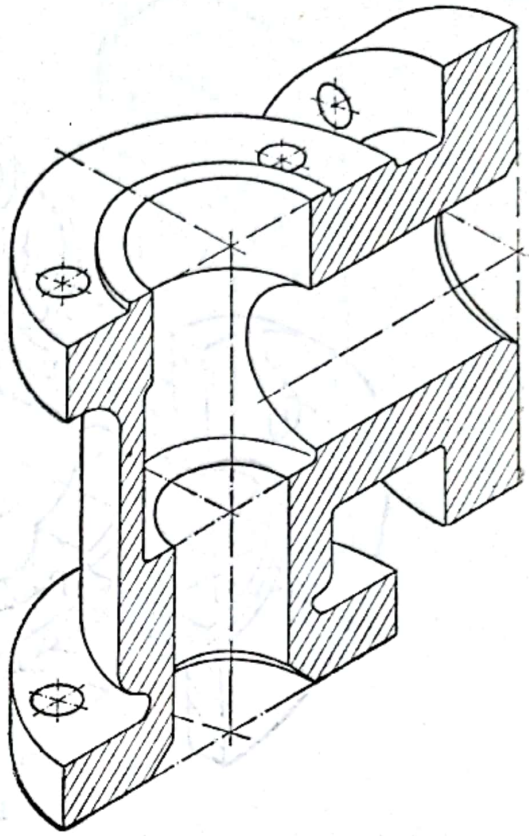


Fig. 13.16

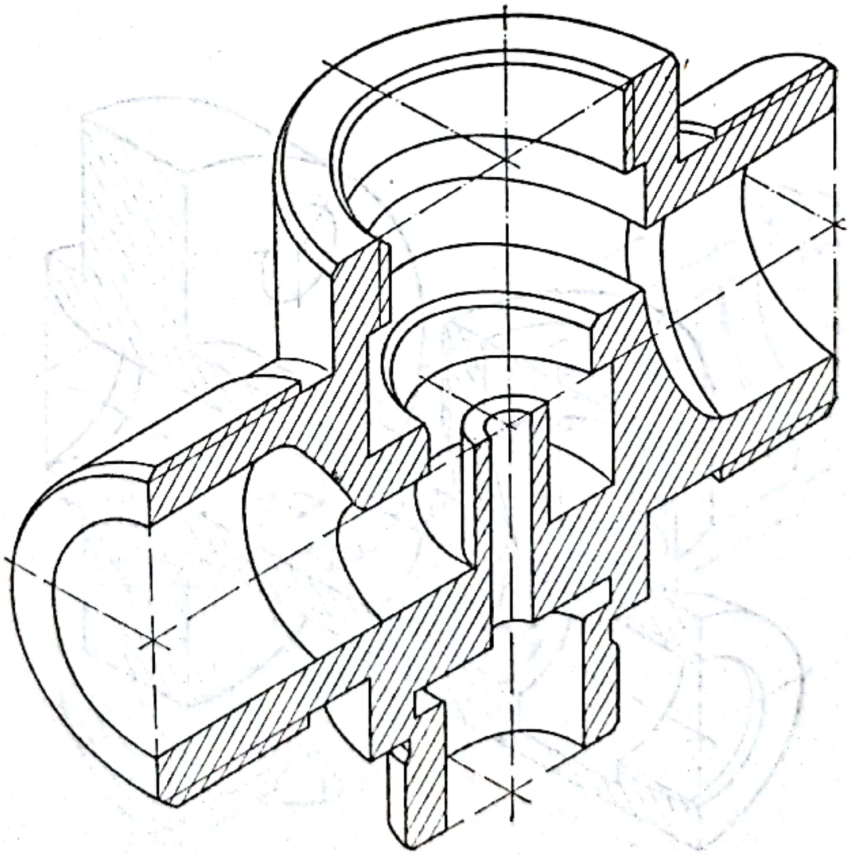


Fig. 13.17

Scanned with OKEN Scanner

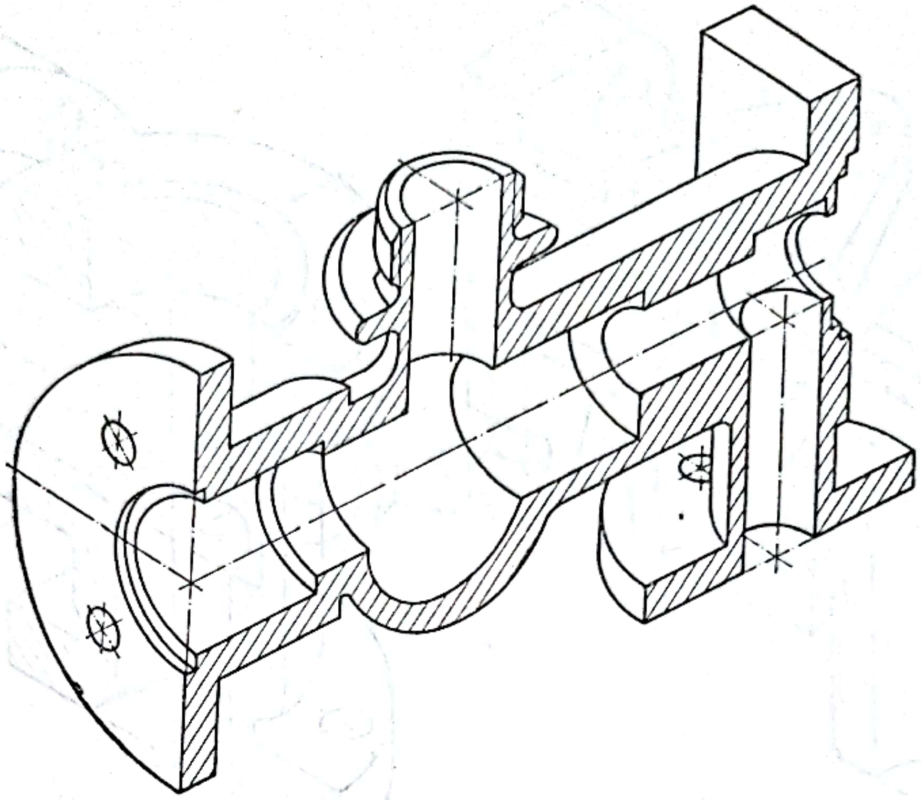


Fig. 13.18

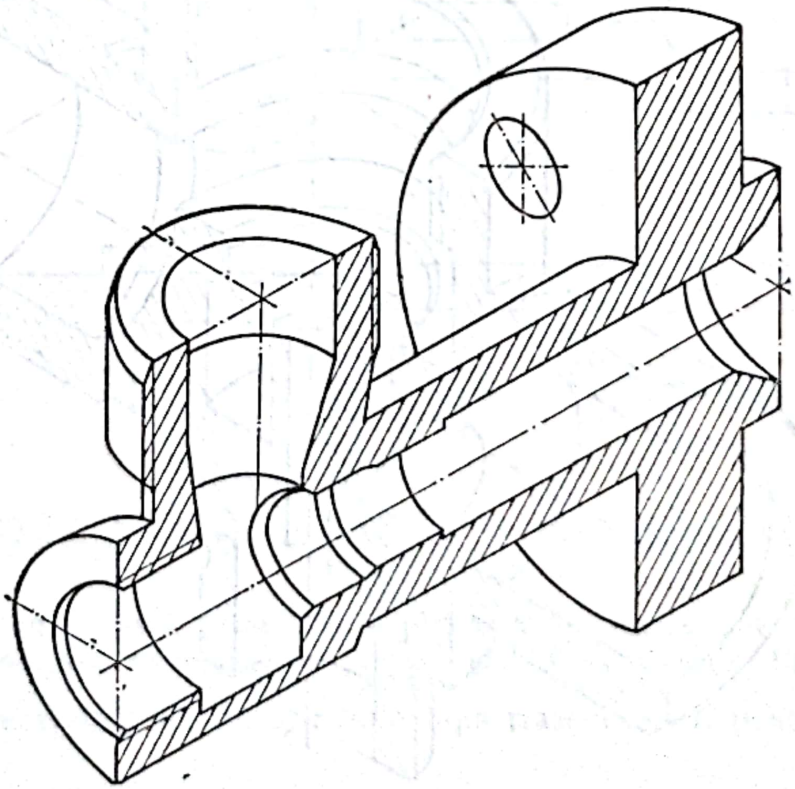


Fig. 13.19

Scanned with OKEN Scanner

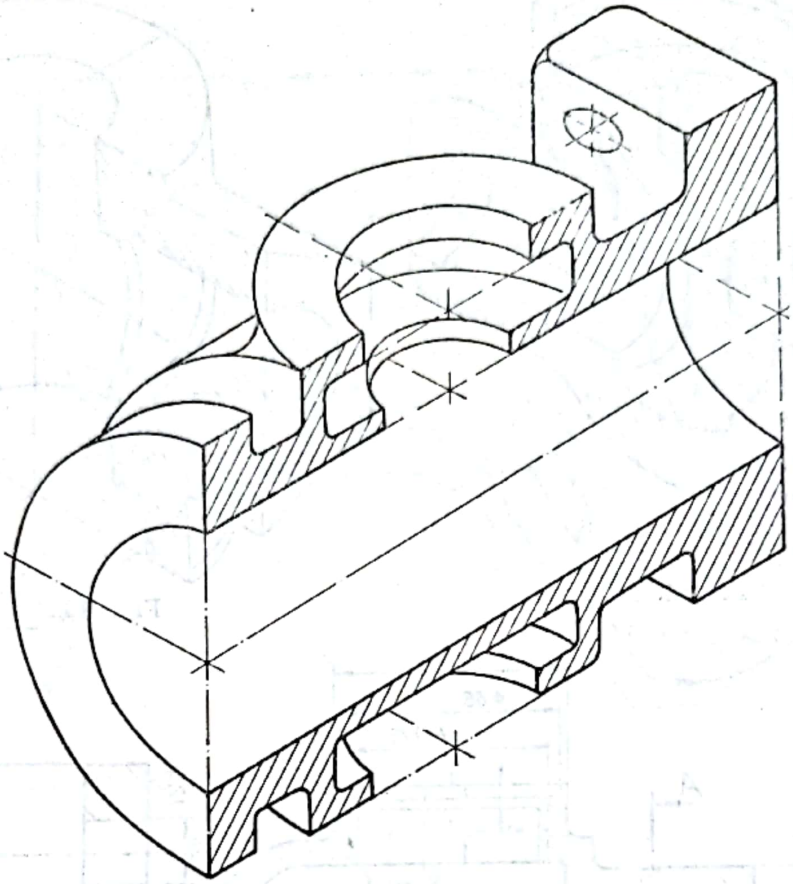


Fig. 13.20

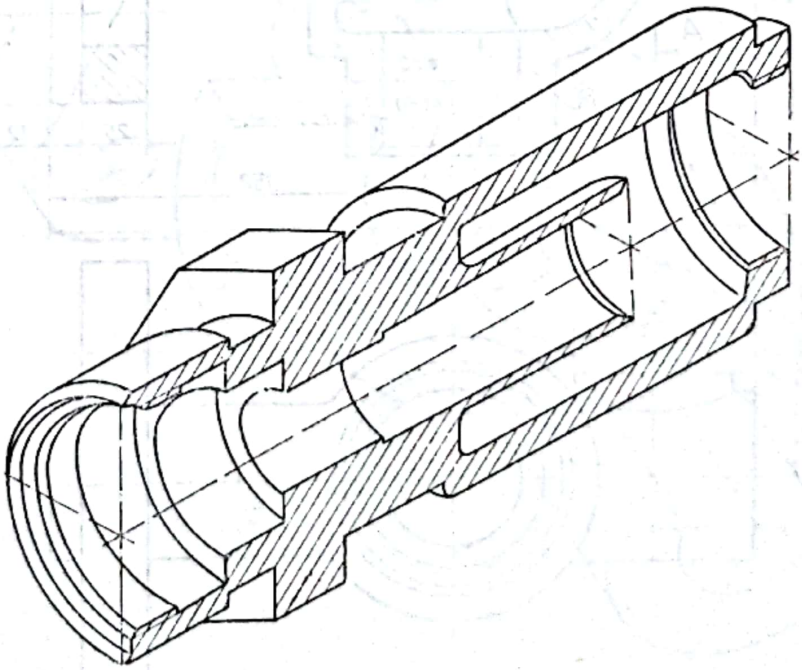


Fig. 13.21

Scanned with OKEN Scanner

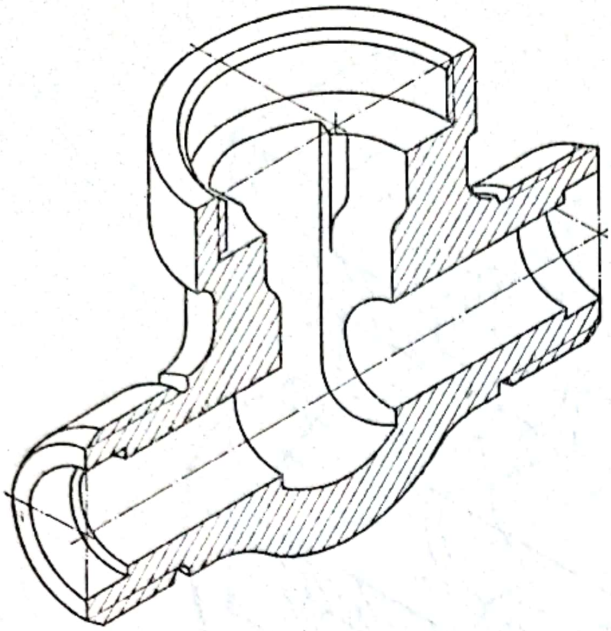


Fig. 13.22

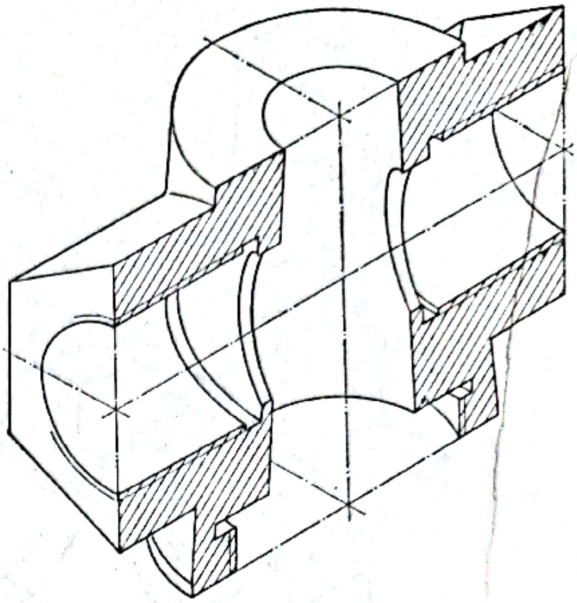


Fig. 13.23

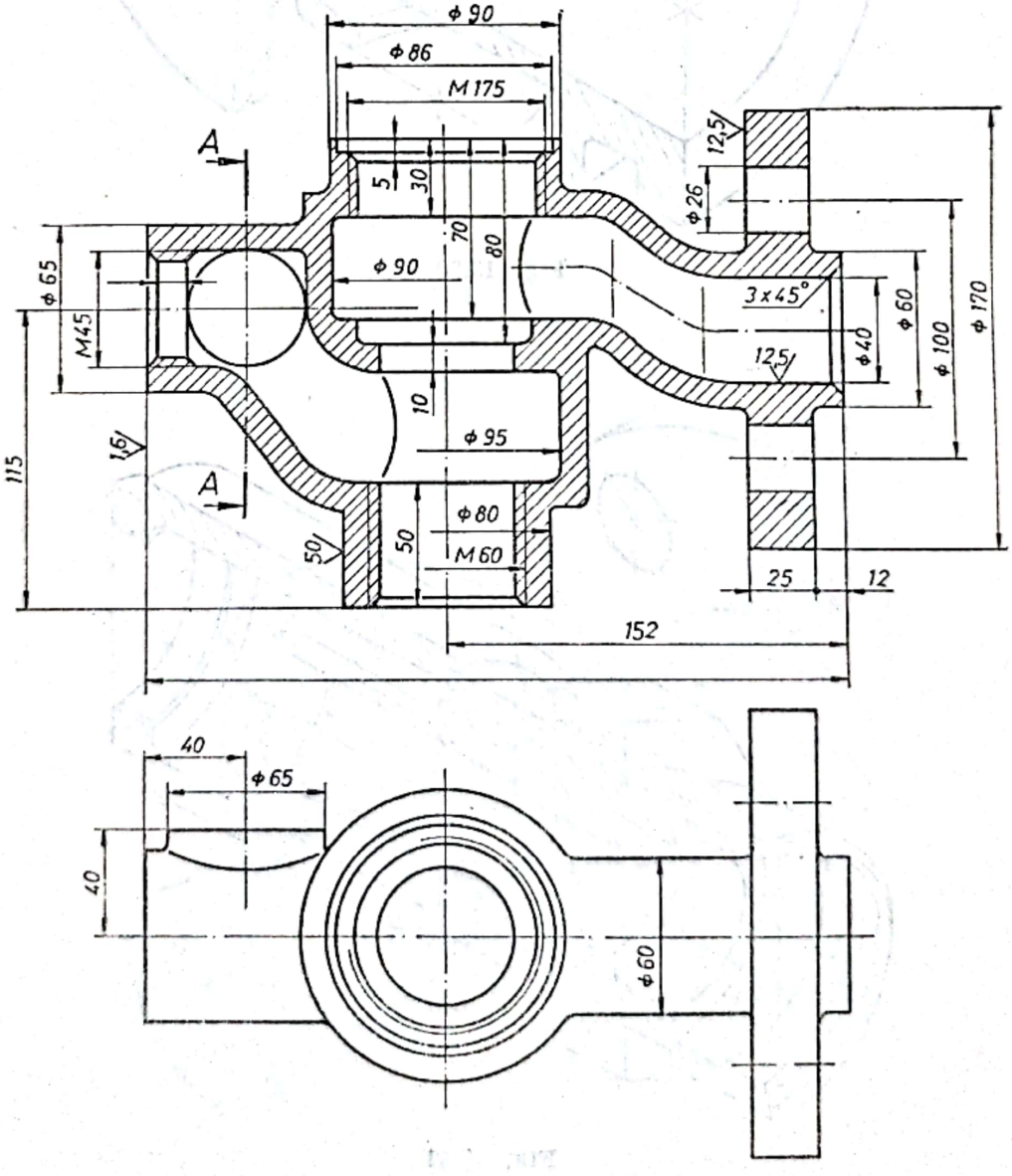


Fig. 13.24

Scanned with OKEN Scanner

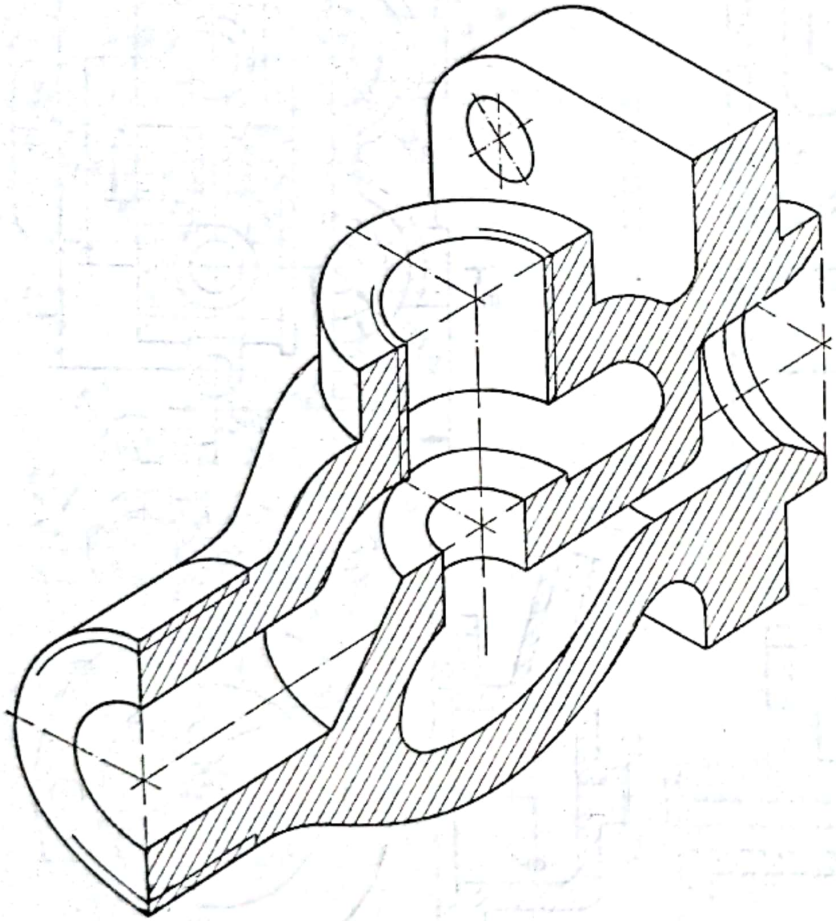


Fig. 13.25

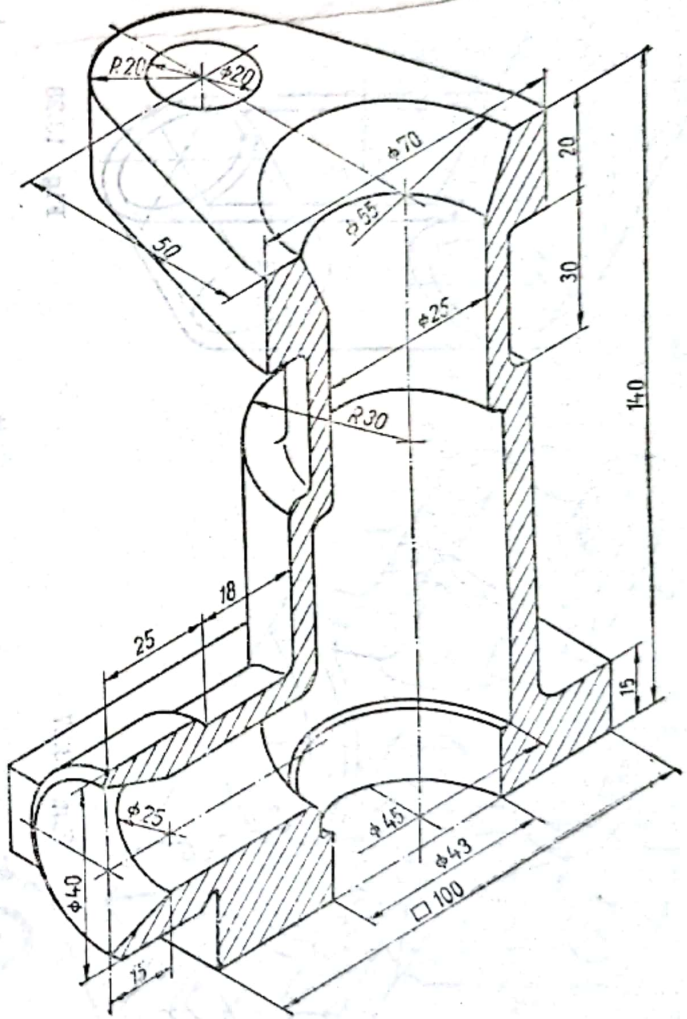


Fig. 13.26

Scanned with OKEN Scanner

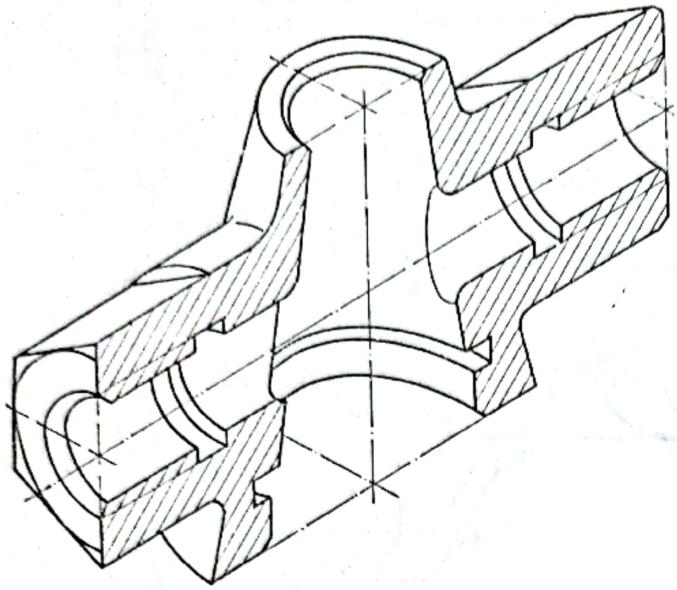


Fig. 13.27

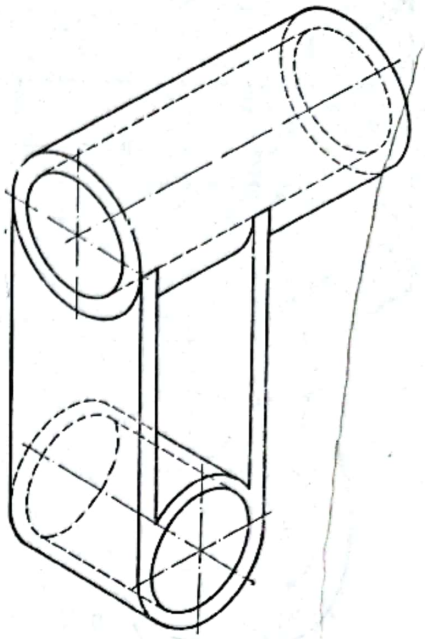


Fig. 13.28

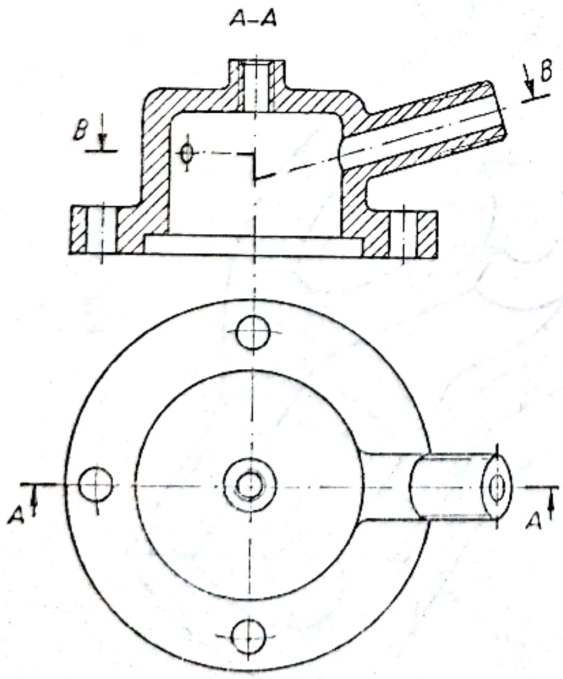


Fig. 13.29

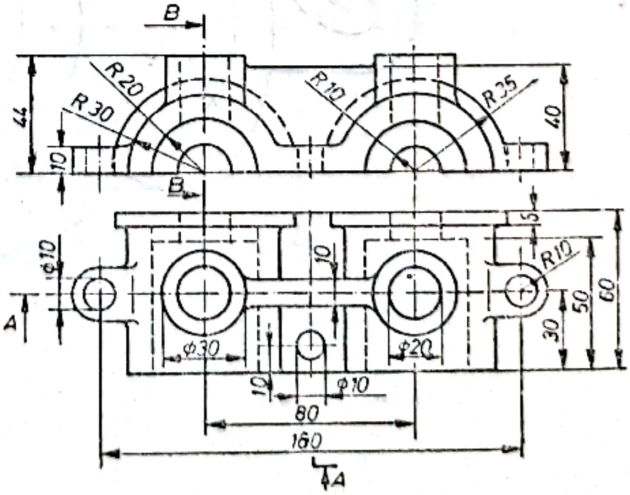


Fig. 13.30

Scanned with OKEN Scanner

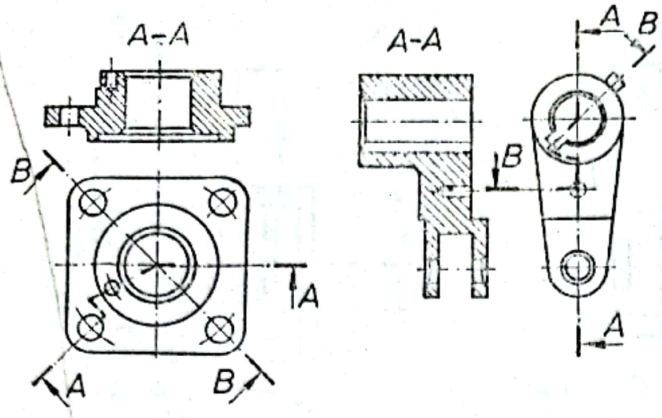


Fig. 13.31

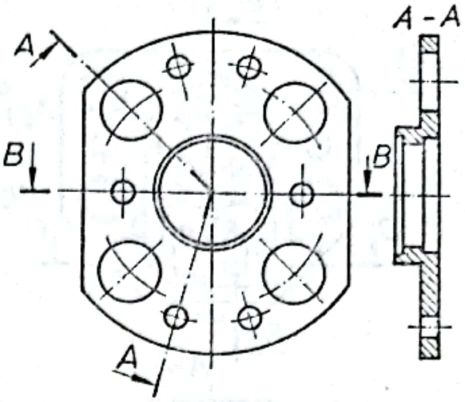


Fig. 13.32

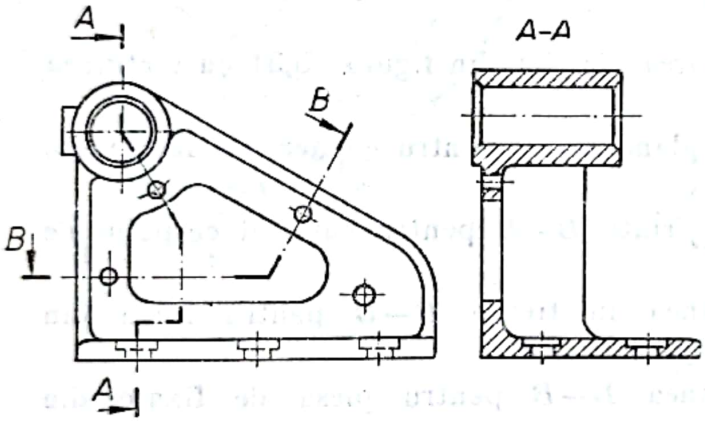


Fig. 13.33

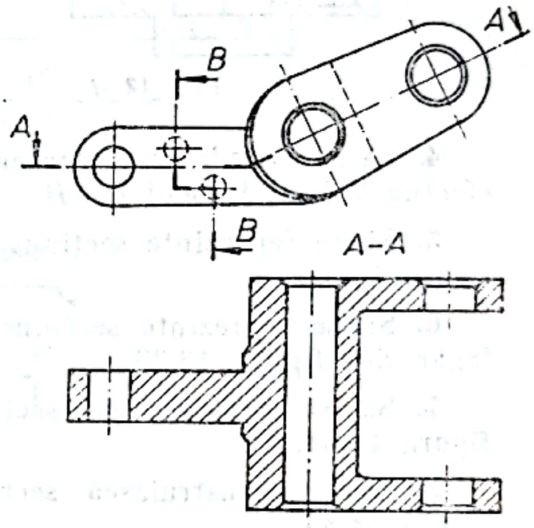


Fig. 13.34

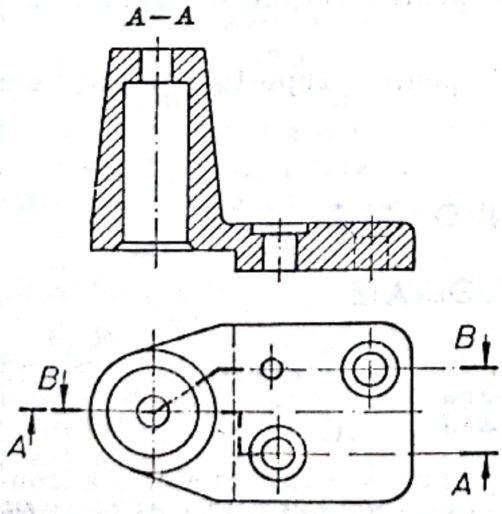


Fig. 13.35

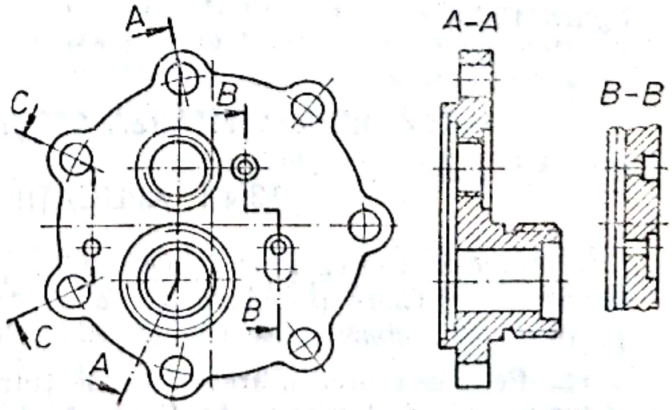


Fig. 13.36

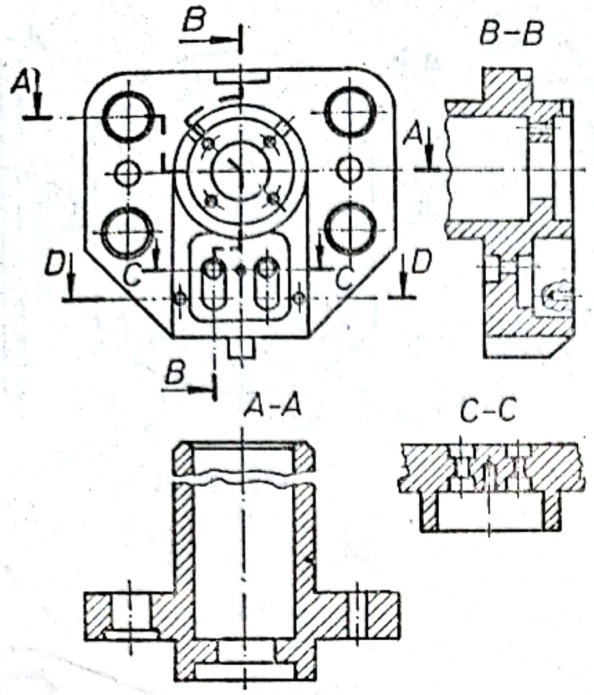


Fig. 13.37

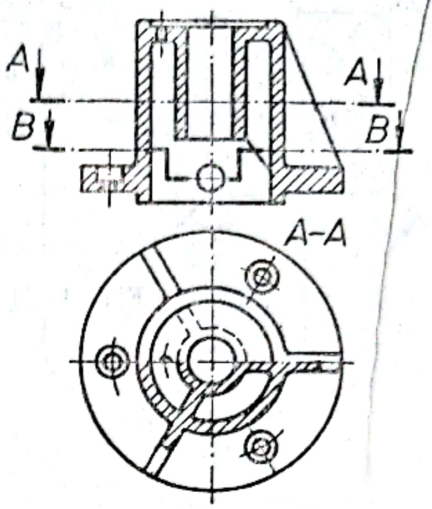


Fig. 13.38

4. Să se completeze reprezentarea pieselor din figura 13.31 cu secțiunea efectuată după traseul $B-B$.

5. Să se reprezinte secțiunea plană $B-B$ pentru capacul de fixare din figura 13.32.

6. Să se reprezinte secțiunea frîntă $B-B$ pentru capacul corpului de lagăr din figura 13.33.

7. Să se construiască secțiunea în trepte $B-B$ pentru furca din figura 13.34.

8. Să se construiască secțiunea $B-B$ pentru piesa de fixare din figura 13.35.

9. Să se construiască secțiunea $C-C$ pentru capacul profilat din figura 13.36.

10. Să se construiască secțiunea $D-D$ pentru corpul de ghidaj din figura 13.37.

11. Să se reprezinte secțiunea $B-B$ pentru suportul turnat din figura 13.38.

13.4. REPREZENTAREA SECȚIUNILOR PROPRIU-ZISE

13.4.1. APLICAȚII REZOLVATE

1. Pentru reprezentarea secțiunilor propriu-zise obișnuite, se consideră capătul de arbore prevăzut cu canal de pană din figura 13.39. Secțiunea propriu-zisă obișnuită se execută după traseul $A-A$.

2. Pentru reprezentarea unei secțiuni propriu-zise suprapuse, s-a considerat piesa de legătură din figura 13.40. Forma secțiunii bridei de legătură este reprezentată cu linie continuă subțire, suprapusă peste vederea acesteia.

Scanned with OKEN Scanner

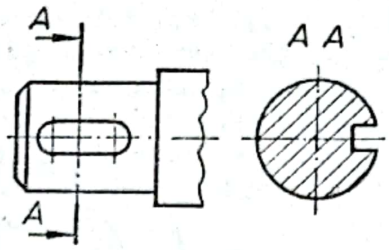


Fig. 13.39

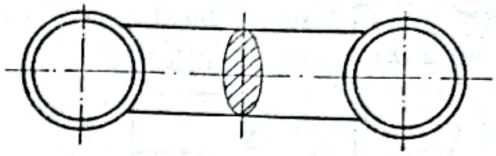


Fig. 13.40

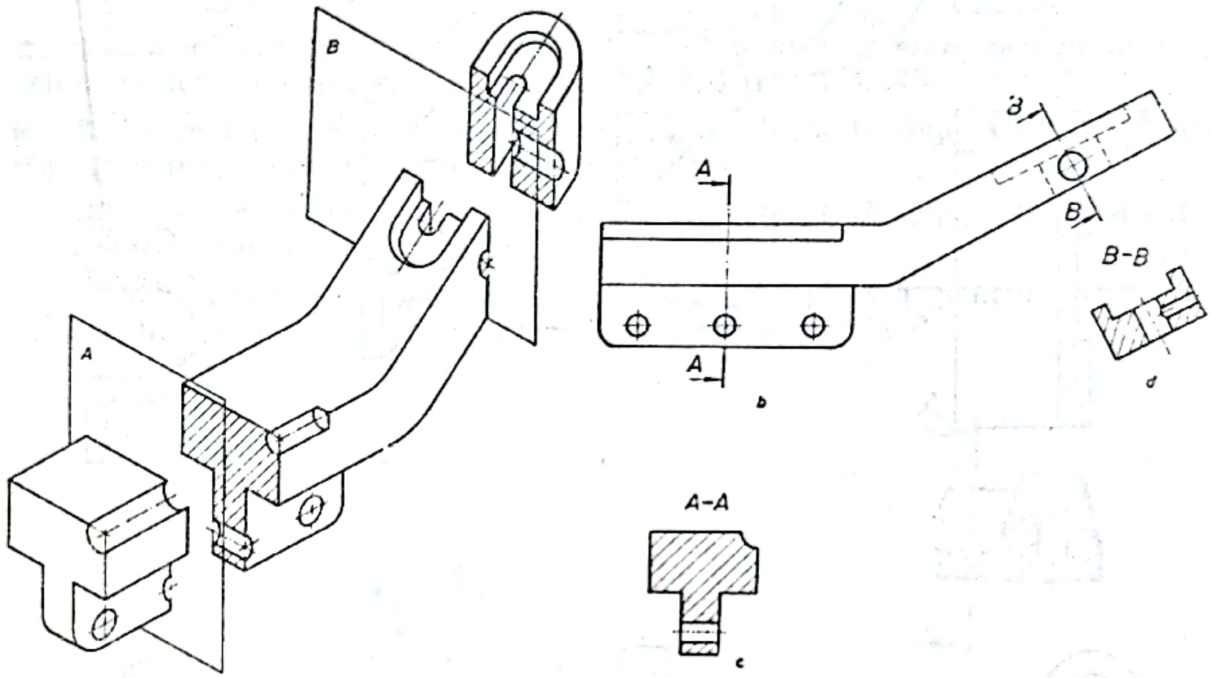


Fig. 13.41

3. În figura 13.41 este reprezentat un limitator de la un mecanism de indexare. Pe reprezentarea axonometrică a acestuia (fig. 13.41, *a*) s-au indicat suprafețele *A* și *B* după care piesa va fi secționată. Reprezentarea în vedere a limitatorului este dată în figura 13.41, *b*, iar secțiunile propriu-zise deplasate în figura 13.41, *c* și *d*.

4. În figura 13.42 se prezintă mai multe secțiuni propriu-zise deplasate, în cazul unui fus de ancoră de motonavă, turnat. Pentru reprezentarea secțiunilor propriu-zise deplasate, se trasează poziția traseelor de secționare cu linie-punct subțire, fără segmente groase la capete, care se prelungesc în direcția reprezentării secțiunii și devin linii de ax.

5. Pentru reprezentarea unei secțiuni propriu-zise intercalate s-a ales piesa forjată din figura 13.43.

6. Pentru evidențierea diferenței care apare la reprezentarea secțiunilor propriu-zise și a secțiunilor cu vedere, în figura 13.44 s-a reprezentat un corp turnat. În figura 13.44, *a* este executată reprezentarea în proiecție ortogonală a piesei, iar în figura 13.44, *b* reprezentarea ei axonometrică. Se consideră secțiunea executată în piesă cu suprafața de secționare *A*. Dacă după traseul de secționare *A* —*A* se execută o secțiune propriu-zisă, se obține

Scanned with OKEN Scanner

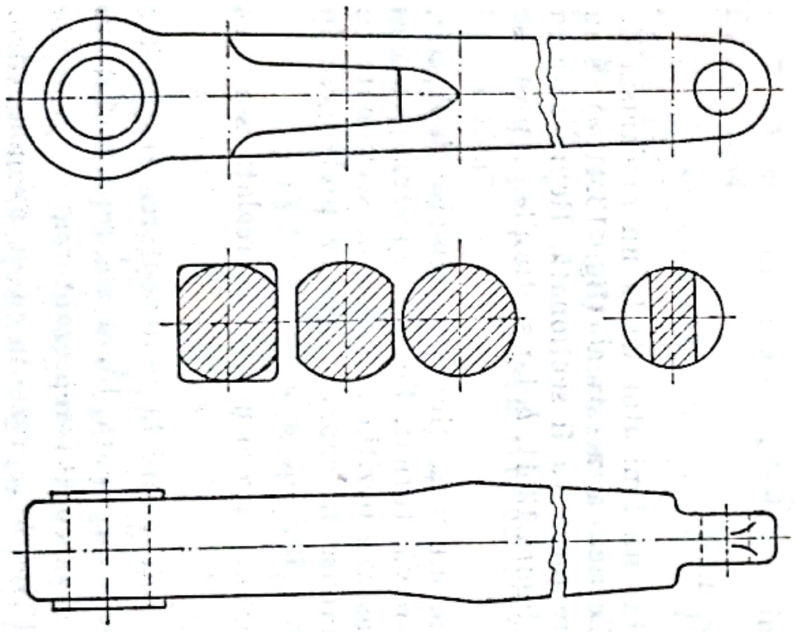


Fig. 13.42

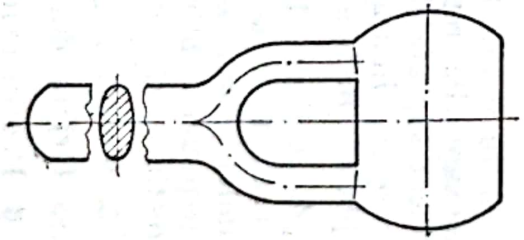


Fig. 13.43

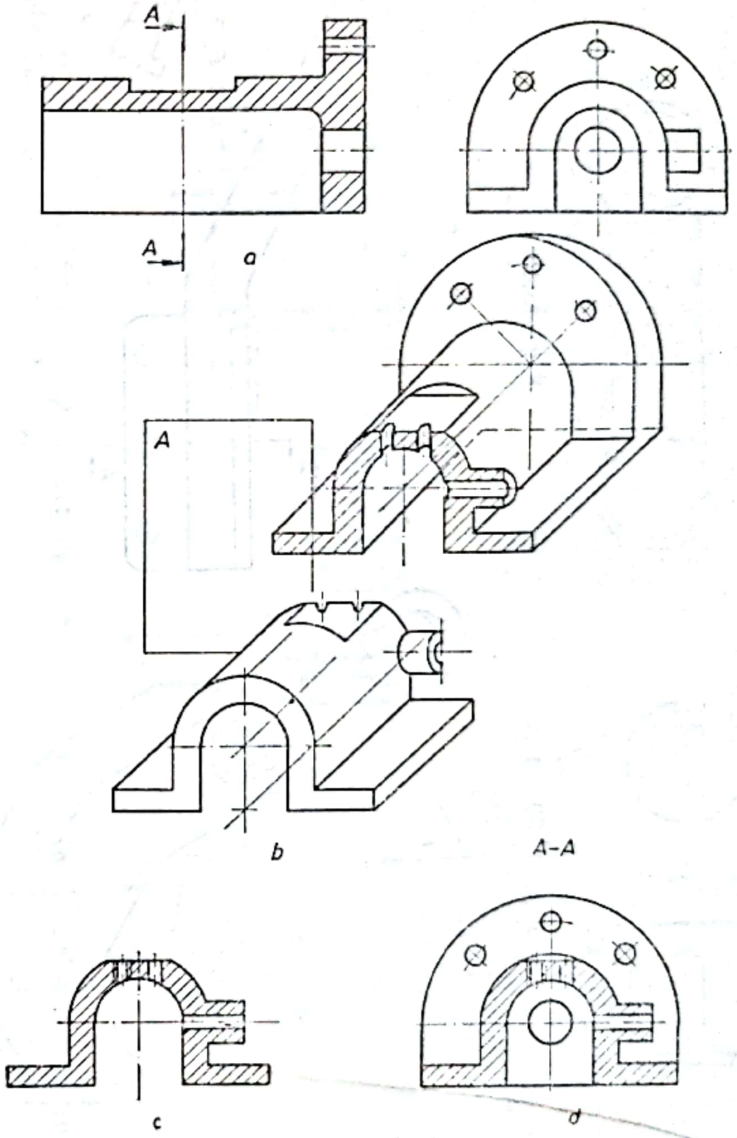


Fig. 13.44

Scanned with OKEN Scanner

reprezentarea din figura 13.44, *c*, iar dacă se execută o secțiune cu vedere, se obține reprezentarea din figura 13.44, *d*. Se vede clar, în acest fel, că, în cazul secțiunii propriu-zise, a fost reprezentat numai conturul străbătut de suprafața de secționare *A*, iar în cazul secțiunii cu vedere (fig. 13.44, *d*) a fost reprezentat, în vedere, și conturul suprafețelor care rămîn în spatele suprafeței de secționare *A*.

13.4.2. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se reprezinte toate secțiunile propriu-zise necesare pentru determinarea formei constructive a arborelui din figura 13.45.

2. Să se reprezinte secțiunea propriu-zisă obișnuită după traseul *A*—*A* în cazul piesei din figura 13.46.

3. Să se reprezinte secțiunea propriu-zisă obișnuită după traseul *A*—*A* în cazul bridei din figura 13.47.

4. Să se reprezinte secțiunea propriu-zisă deplasată pentru axul din figura 13.48, reprezentat în vedere cu secțiuni parțiale.

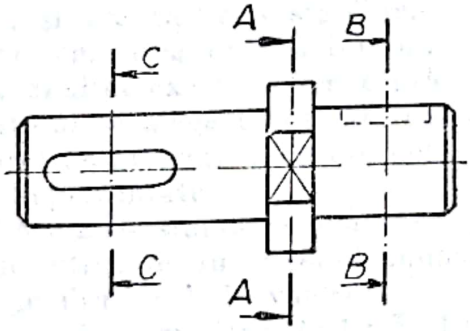


Fig. 13.45

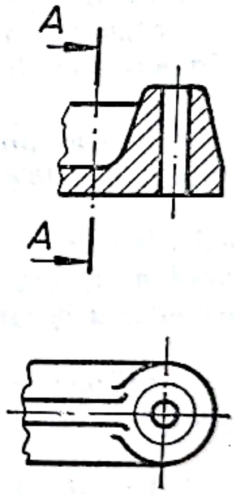
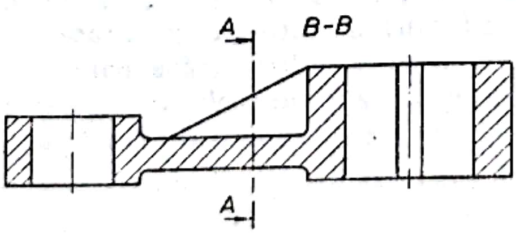


Fig. 13.46



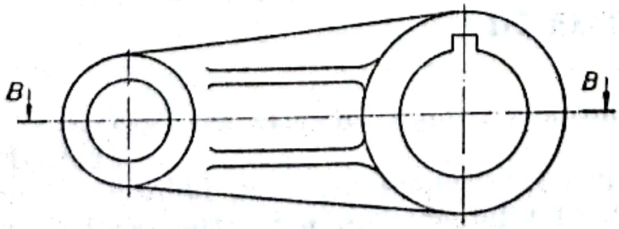


Fig. 13.47

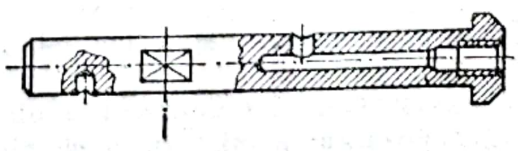


Fig. 13.48

Scanned with OKEN Scanner

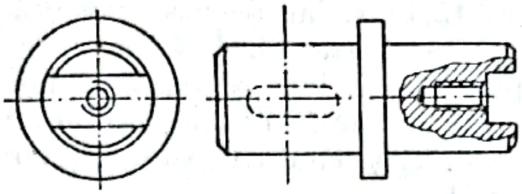


Fig. 13.49

5. Să se reprezinte secțiunea propriu-zisă deplasata în cazul bolțului frezat din figura 13.49.

6. Să se reprezinte, jumătate secțiune și jumătate în vedere, capacul din figura 13.30.

7. Să se reprezinte jumătate în secțiune cu vedere și jumătate în vedere, proiecția orizontală a corpului de robinet cu cep din figura 13.7, *b*.

Scanned with OKEN Scanner

14

DESENE DE EXECUȚIE

14.1. GENERALITĂȚI

Întocmirea desenului unei piese constă din reprezentarea grafică clară și completă a tuturor detaliilor de formă și de dimensiuni ale părților componente ale acesteia. Desenele industriale se execută din concepție în cadrul atelierelor de proiectare sau după piese existente, în scopul execuției unor piese de schimb.

Pentru a se obține desenul de execuție (desenul original), se execută mai întîi schița și desenul de studiu. Schița este un desen executat cu mîna liberă, în care dimensiunile piesei sînt mărite sau micșorate într-o proporție apreciată cu aproximație vizuală. Schița trebuie să conțină toate datele referitoare la forma și dimensiunile piesei, în așa fel ca orice desenator, aplicînd regulile de reprezentare din desenul tehnic, să poată desena, pe planșetă, la scară, desenul original.

Desenul de studiu se întocmește pentru un ansamblu, în mai multe variante, și are ca scop stabilirea celei mai economice variante tehnologice pentru realizarea produsului proiectat.

Desenul de execuție se execută, la scară, în tuș pe hîrtie de calc. Mărimea formatului se alege în funcție de scara la care se lucrează și în funcție de numărul de proiecții necesare pentru determinarea formei și a dimensiunilor piesei reprezentate.

STAS 2-74 stabilește mărimea și modul de notare a scărilor de reprezentare utilizate în desenul industrial. Mărimea scărilor de reprezentare se alege din șirul de valori :

— scări de mărire : 2 : 1 ; 5 : 1 ; 10 : 1 ; 20 : 1 ; 50 : 1 ; 100 : 1 ;

— scări de micșorare : 1 : 2 ; 1 : 5 ; 1 : 10 ; 1 : 20 ; 1 : 50 ; 1 : 100 ; 1 : 200 ; 1 : 500 ; 1 : 1 000 ; 1 : 2 000 ; 1 : 5 000 ; 1 : 10 000 ; 1 : 20 000 ; 1 : 50 000 ;

— scara de mărime naturală : 1 : 1.

Mărimea scării utilizate se scrie în căsuța (2) a indicatorului desenului. Alegerea scării desenului se face în așa fel încît să rezulte o reprezentare cît mai clară, iar desenul să se execute într-un timp minim.

14.2. SUCCESIUNEA ETAPELOR PENTRU ALCĂTUIREA DESENELOR DE EXECUȚIE

Succesiunea etapelor pentru alcătuirea desenelor de execuție este următoarea :

— studiul piesei în scopul stabilirii rolului funcțional în ansamblul din care face parte și a procedeului tehnologic de fabricație, a materialului, a calității suprafețelor etc. ;

Scanned with OKEN Scanner

— stabilirea poziției de reprezentare care poate fi : în poziția de prelucrare sau în poziția de funcționare ;

— stabilirea numărului de proiecții necesare (vederi sau secțiuni) pentru determinarea completă a formei piesei ;

— amplasarea pe format a proiecțiilor conform regulilor de dispunere a proiecțiilor (STAS 614-76), cu trasarea urmelor planelor de referință : de nivel, de front și de profil, care limitează gabaritul piesei ;

— trasarea axelor de simetrie ale formelor geometrice ce intră în componența piesei ;

— trasarea conturilor exterioare ale proiecțiilor piesei, cu linii subțiri ;

— trasarea contururilor interioare ale proiecțiilor în secțiune, cu linii subțiri, putîndu-se corecta ușor eventualele greșeli ;

— indicarea trasecelor de secționare și notarea secțiunilor (STAS 105-76) ;

— trasarea liniilor de cotă în funcție de metoda de cotare adoptată ;

— măsurarea pe piesă a dimensiunilor, în cazul cînd desenul de execuție se execută după o piesă existentă, sau dimensionarea piesei din calculul de rezistență sau constructiv, în cazul cînd desenul de execuție se execută din concepție, și înscrierea acestora pe desen, conform regulilor de cotare (STAS 188-76) ;

— îngroșarea liniilor de contur și hașurarea suprafețelor secționate, respectîndu-se grosimile liniilor utilizate (STAS 103-76) ;

— înscrierea simbolurilor pentru indicarea rugozităților suprafețelor piesei (STAS 612-75) ;

— înscrierea toleranțelor la dimensiuni (STAS 6265-67) și a abaterilor de formă și poziție (STAS 7385-66) ;

— completarea indicatorului și verificarea desenului ;

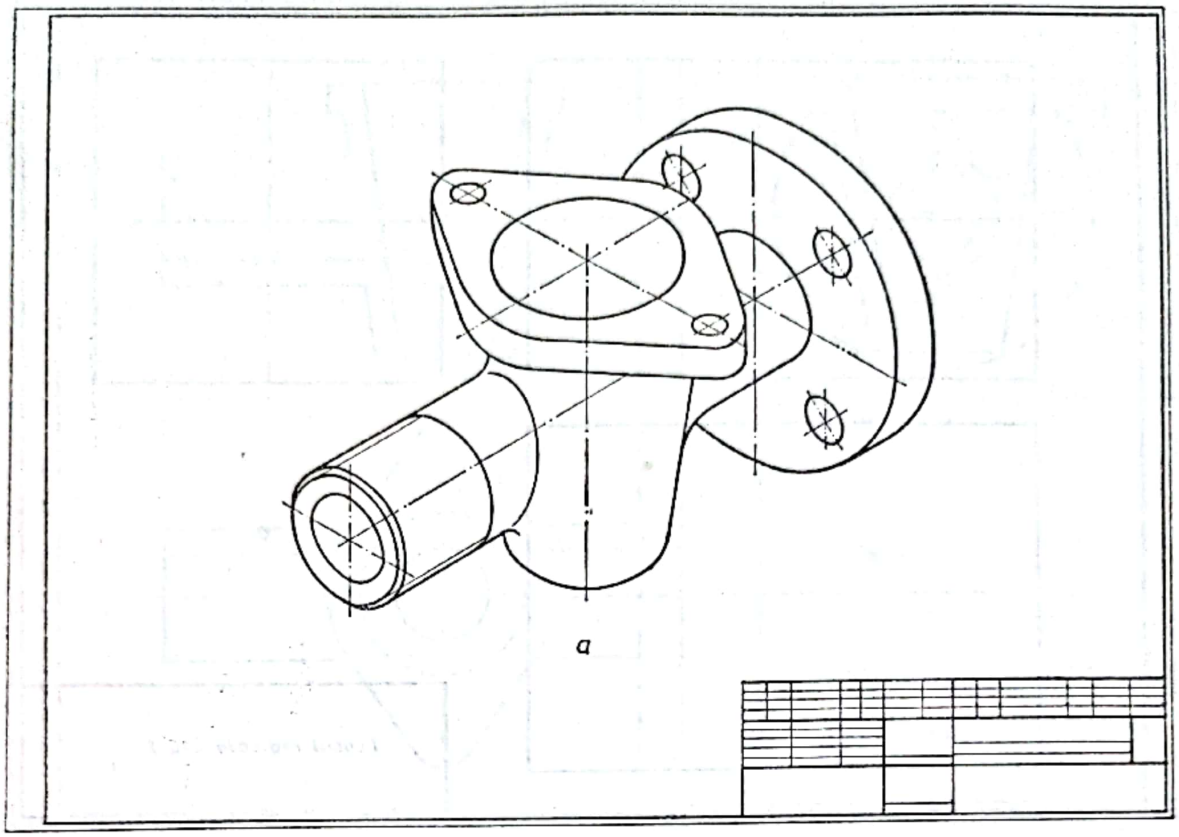
— completarea condițiilor tehnice care trebuie respectate la realizarea produsului. Aceste condiții tehnice cuprind : indicarea razelor de racordare necotate pe desen, indicarea înclinațiilor de turnare necotate, indicarea clasei de precizie în care se va realiza produsul, tratamentele termice necesare etc. Nota cuprinzînd condițiile tehnice se înscrie pe desenul de execuție deasupra indicatorului ;

— trasarea în tuș, pe hîrtie de calc, a desenului la scară astfel realizat, obținîndu-se desenul original.

În cele ce urmează se prezintă etapele alcătuirii desenului de execuție pentru un corp de robinet cu cep, reprezentat în vedere, axonometric, în figura 14.1, *a*. În figura 14.1, *b* sînt trasate urmele planelor de referință care delimitează gabaritul piesei, determinînd amplasarea proiecțiilor pe formatul de desen. Din studiul piesei a rezultat ca fiind necesar un număr de trei proiecții pentru reprezentarea piesei, iar poziția de reprezentare este poziția de funcționare. Etapa următoare, trasarea axelor de simetrie, este prezentată în figura 14.1, *c*. Trasarea contururilor exterioare ale proiecțiilor este prezentată în figura 14.1, *d*, iar trasarea contururilor interioare, în figurile 14.1, *e* și 14.1, *f*.

În figura 14.1, *g* au fost trasate pozițiile liniilor de cotă, iar în figura 14.1, *h* au fost inscripționate valorile cotelor măsurate pe piesă. În figura 14.1, *i*, contururile interioare și exterioare ale proiecțiilor au fost îngroșate și au fost trasate muchiile fictive. Hașurarea grosimii piesei în proiecțiile în secțiune este reprezentată în figura 14.1, *j*. Completarea desenului cu vederi suplimentare (vederea din *A*) este prezentată în figura 14.1, *k*. Desenul de execuție complet al corpului de robinet cu cep este prezentat în figura 14.1, *l*, unde au fost completate simbolurile pentru indicarea calității suprafețelor și nota referitoare la anumite condiții tehnice impuse.

Scanned with OKEN Scanner



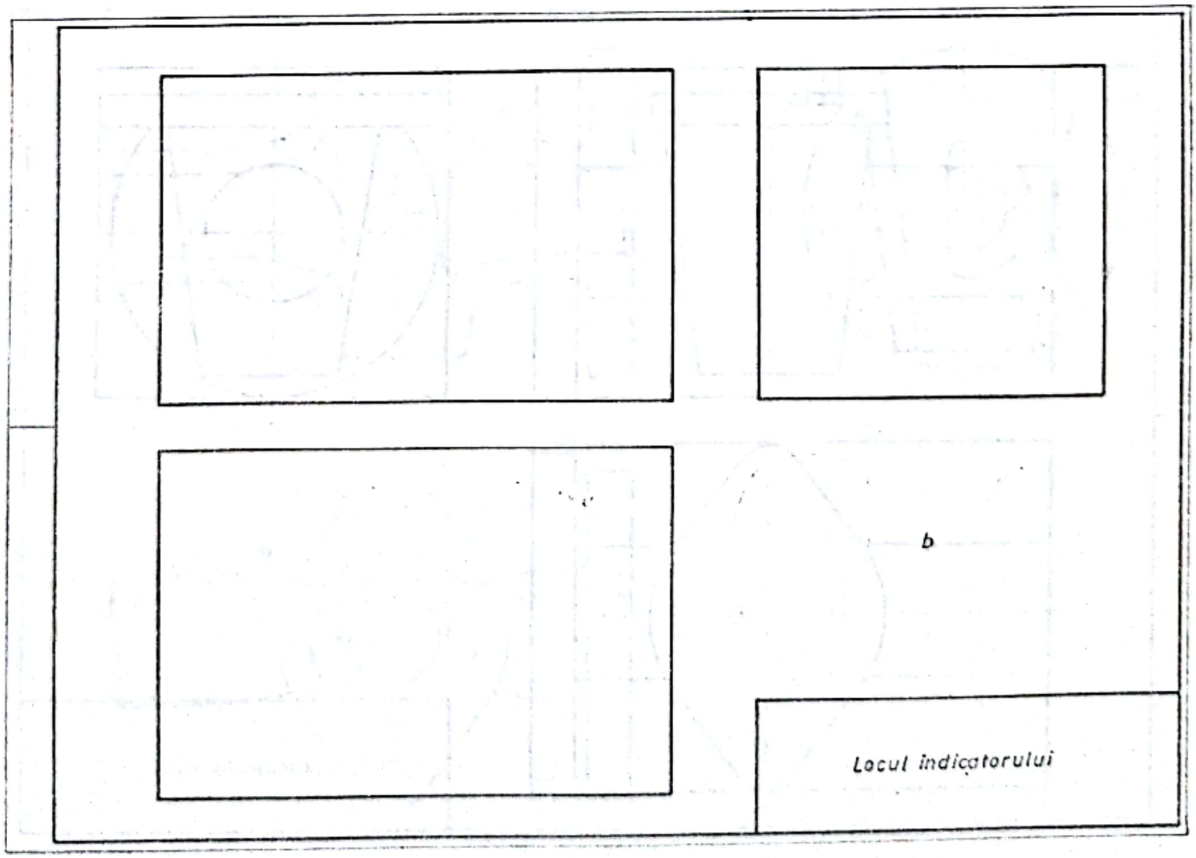
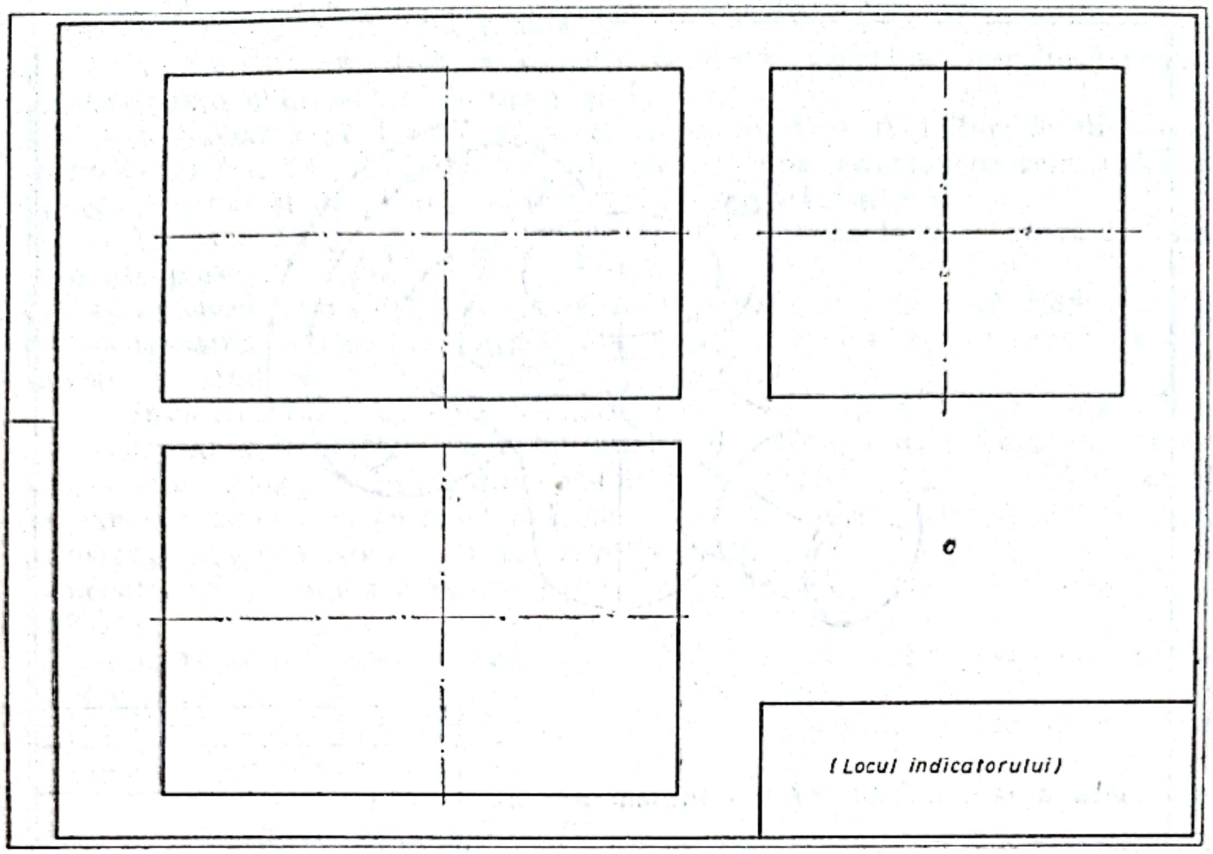


Fig. 14.1

Scanned with OKEN Scanner



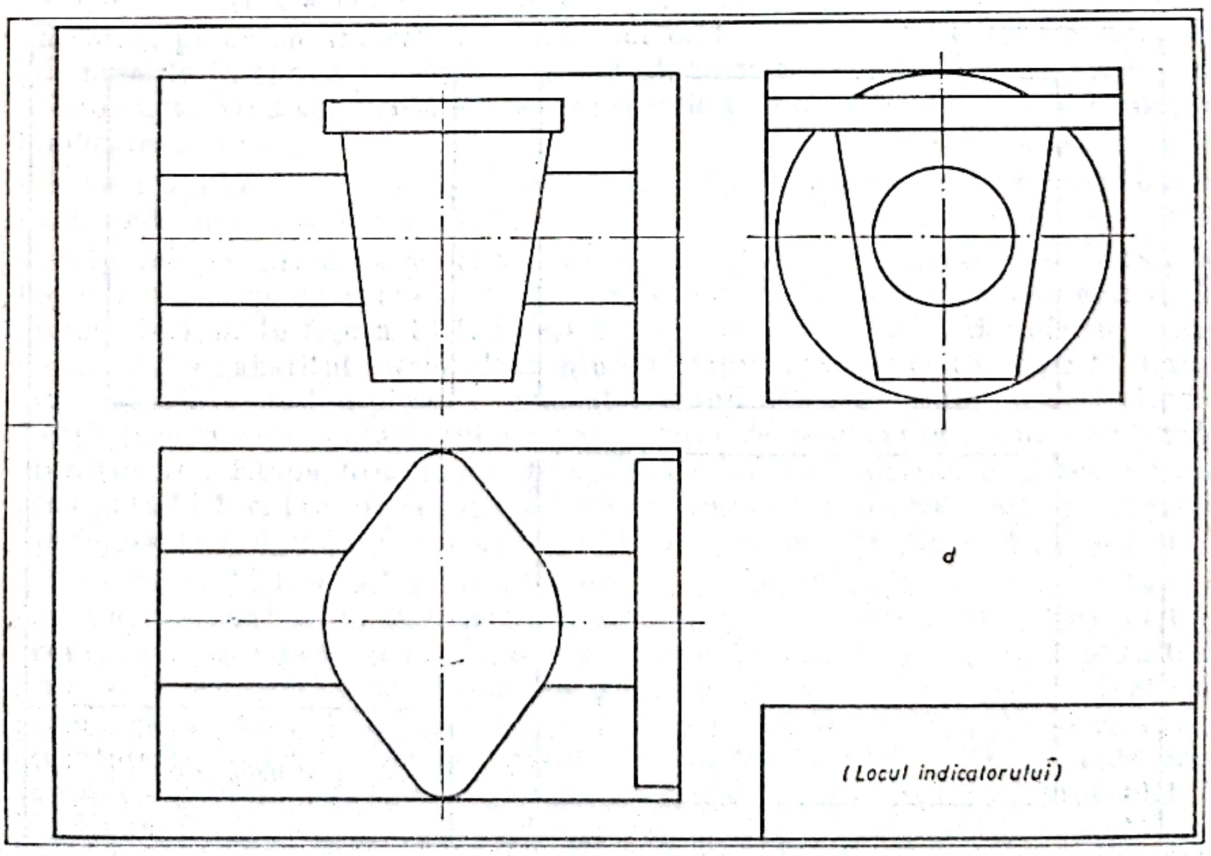
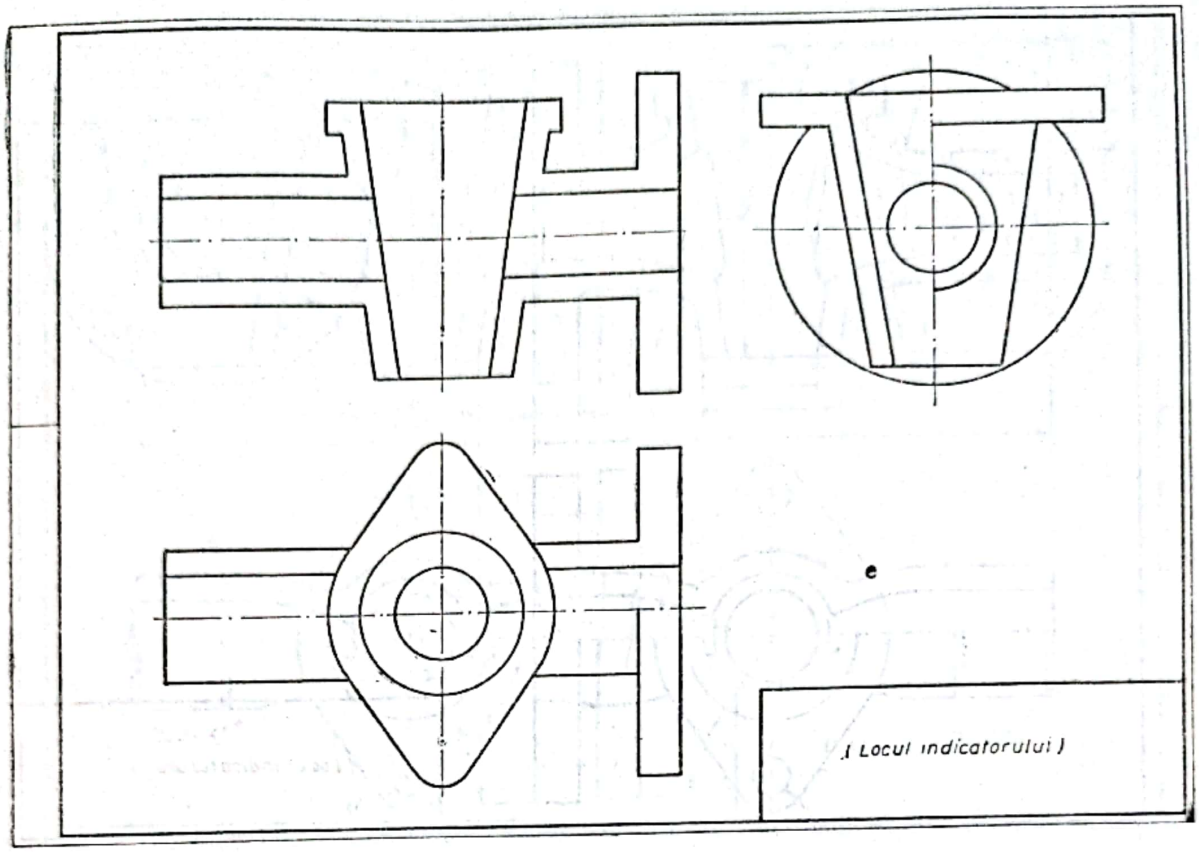


Fig. 14.1

Scanned with OKEN Scanner



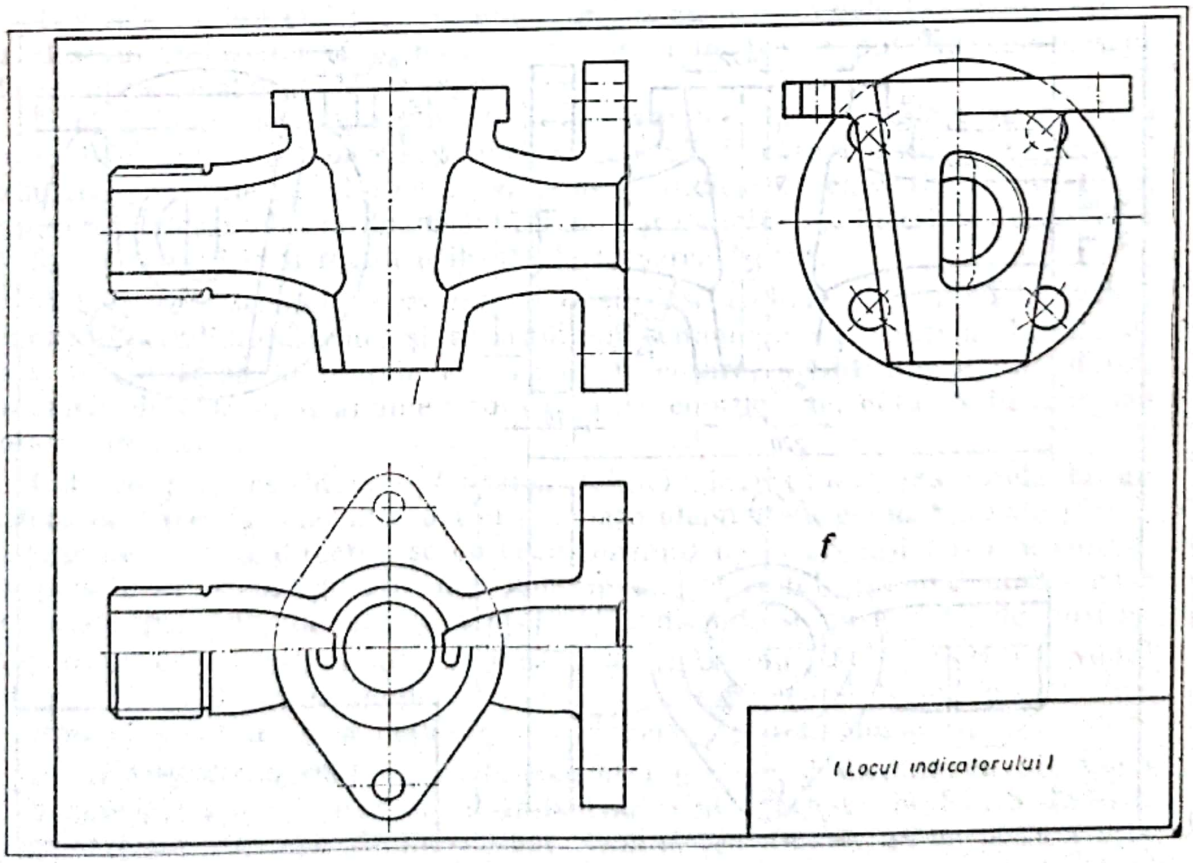
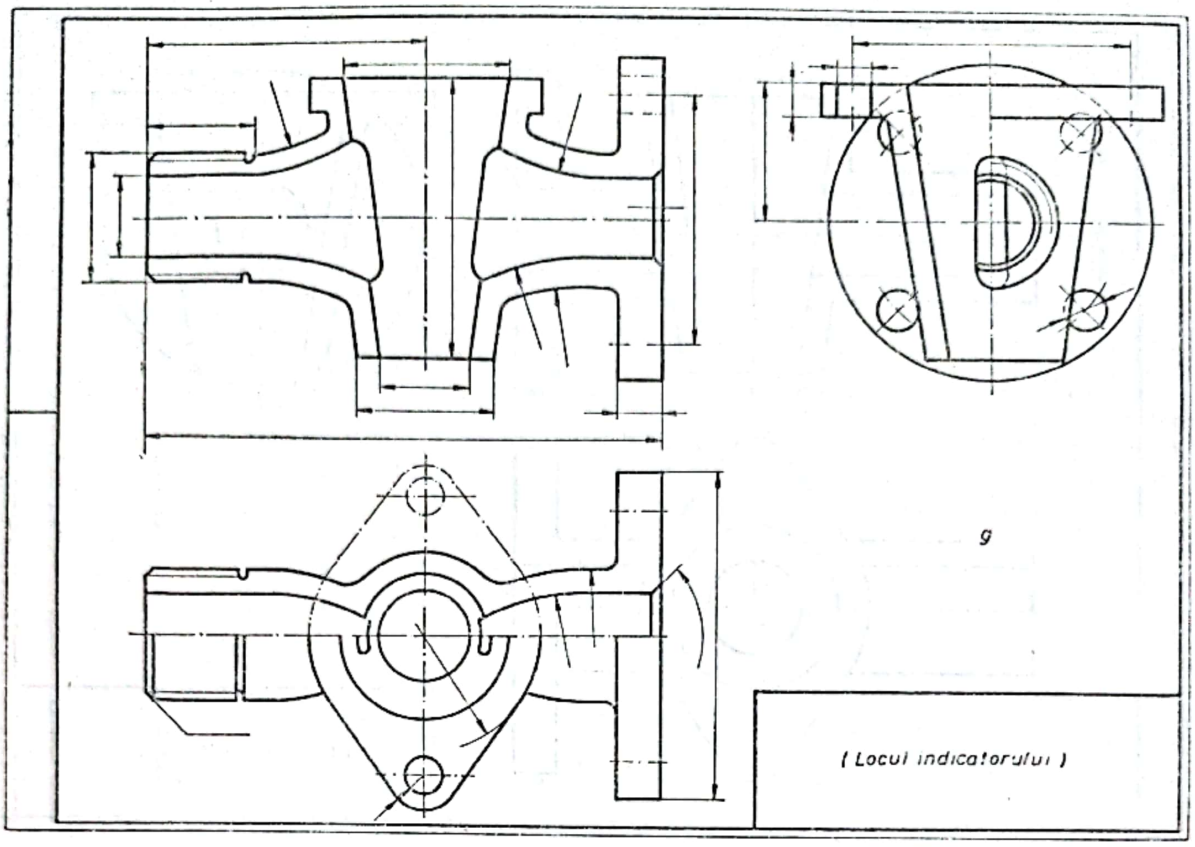


Fig. 14.1

Scanned with OKEN Scanner



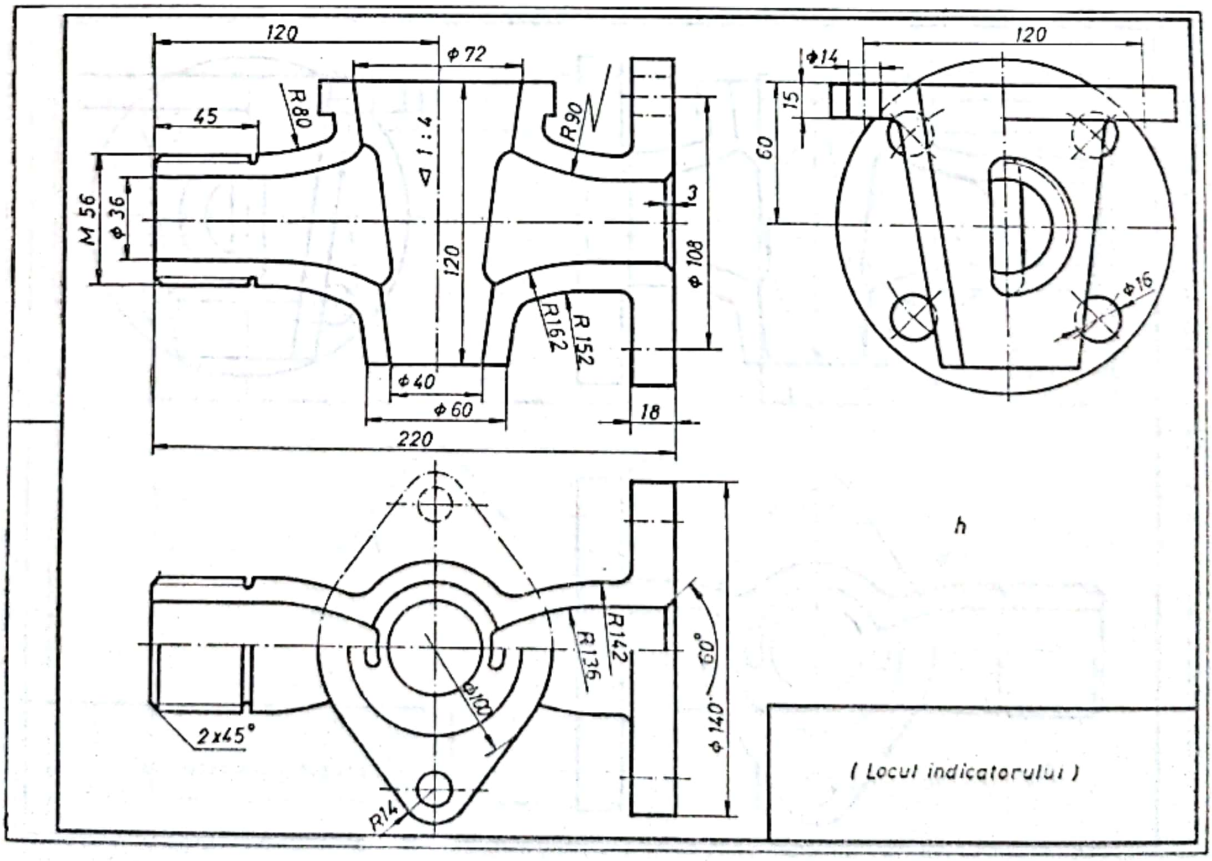


Fig. 14.1

Scanned with OKEN Scanner

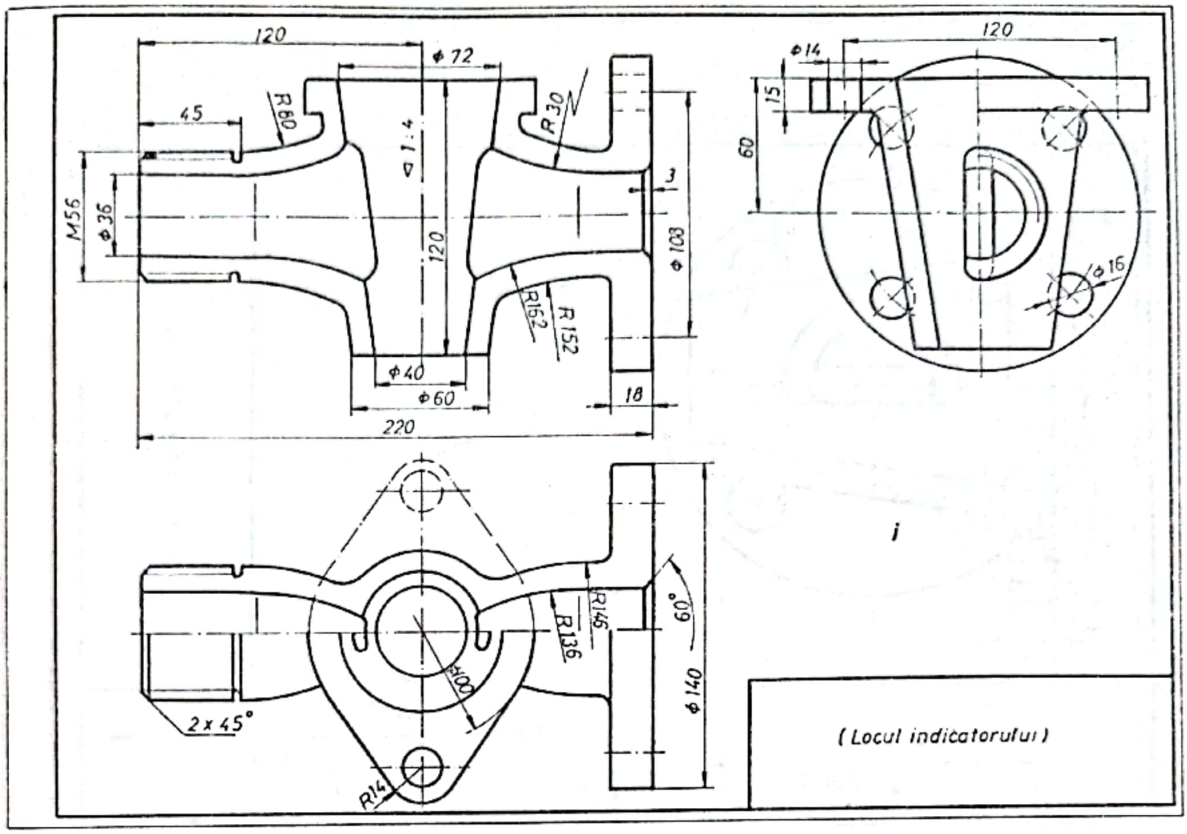


Fig. 14.1

Din cele expuse mai sus, reiese clar că, respectînd regulile de reprezentare în desenul industrial şi urmărind etapele indicate, se pot întocmi desene de execuţie pentru diverse repere.

Pentru buna desfăşurare a lucrărilor practice, în continuare se prezintă noţiuni succinte referitoare la : metode şi reguli de cotare utilizate în desenul industrial, înscrierea simbolurilor pentru indicarea calităţii suprafeţelor, înscrierea toleranţelor la dimensiuni liniare şi unghiulare, înscrierea abaterilor de formă şi poziţie şi reguli utilizate la trasarea în tuş.

La cotarea desenului de execuţie al unei piese trebuie să se aibă în vedere rezultatul studiului formei şi al studiului tehnologic al acesteia. Liniile de cotă se vor trasa în funcţie de bazele de cotare, adoptîndu-se una dintre metodele de cotare, şi anume : cotarea prin coordonate, cotarea în lanţ sau cotarea mixtă.

Cotarea prin coordonate (cotarea tehnologică) raportează cotele la un sistem de baze de referinţă, astfel că toate elementele geometrice ale piesei, dispuse pe aceeaşi direcţie, se cotează pornind de la aceeaşi bază de cotare. La piesele cu o configuraţie mai complexă, pot fi folosite mai multe baze de cotare paralele, distanţele dintre ele indicîndu-se prin cote de poziţie.

Executarea cotării unui desen de execuţie trebuie să se facă în modul cel mai raţional, urmărindu-se succesiv cotarea fiecărei forme geometrice, a formelor auxiliare şi a detaliilor constructive şi tehnologice.

Regulile generale referitoare la execuţia grafică şi dispunerea pe desen a elementelor cotării în desenul industrial sînt stabilite în STAS 188-76. Elementele cotării sînt : liniile de cotă, liniile ajutătoare, liniile de indicaţie şi cotele.

Scanned with OKEN Scanner

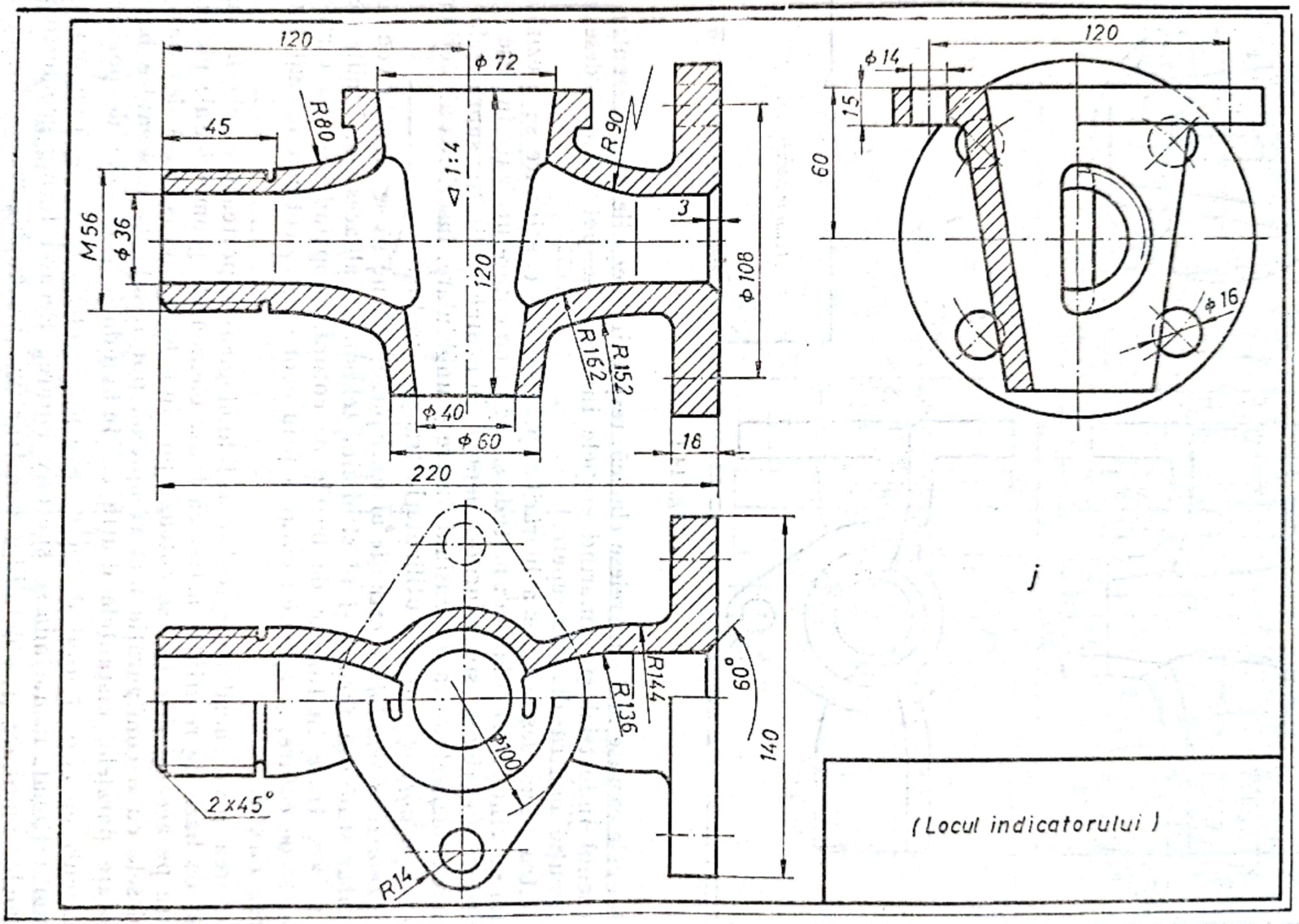

120
ϕ 72
45
R80
R90
◁ 1:4
M56
ϕ 36
120
3
ϕ 108
R162
R152
ϕ 40
ϕ 60
16
220
120
ϕ 14
15
60
ϕ 16
j
R144
R136
60°
ϕ100
140
2×45°
R14
(Locul indicatorului)

Fig. 14.1

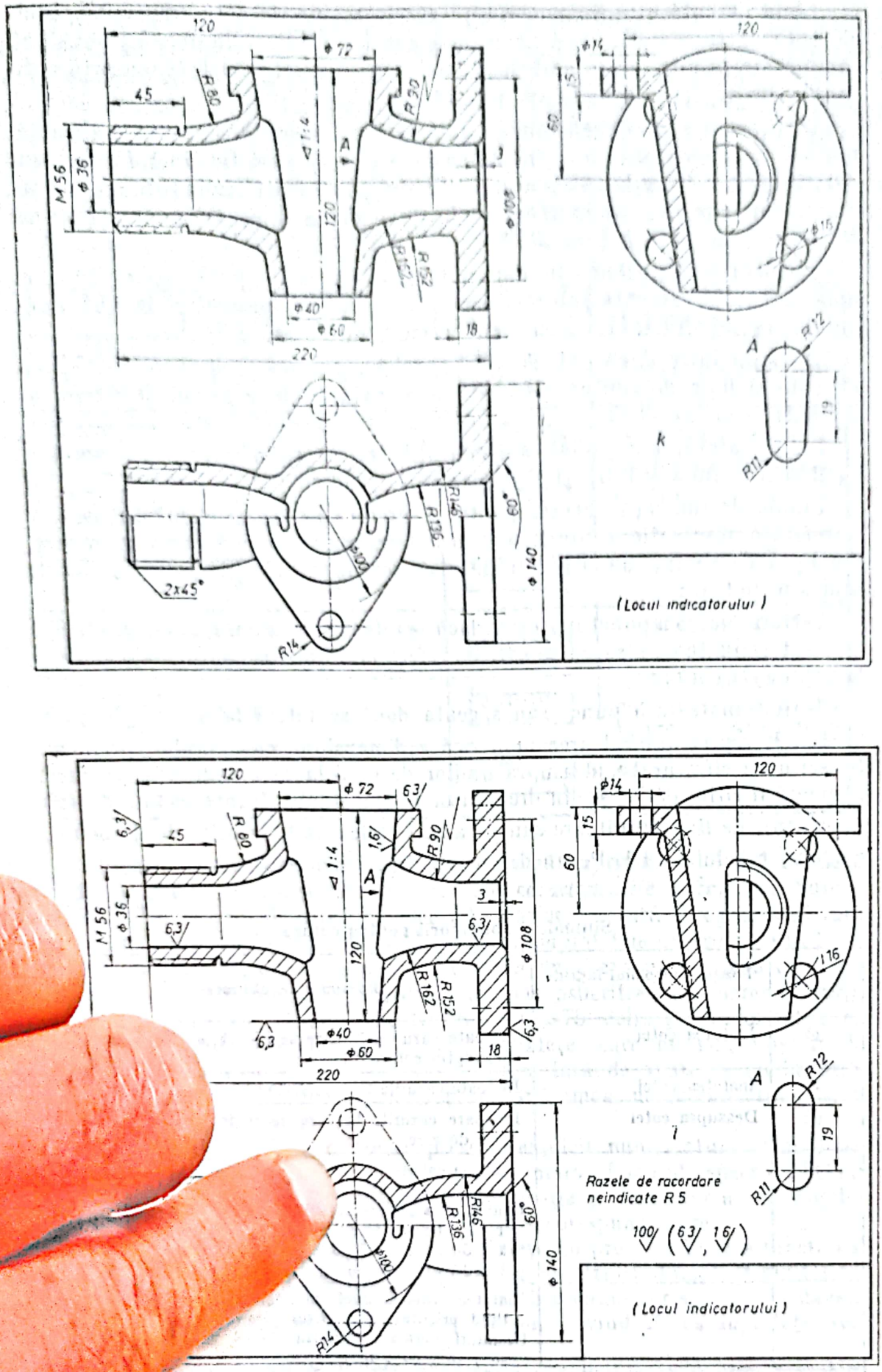


Fig. 14.1

Scanned with OKEN Scanner

Linia de cotă este linia deasupra căreia se înscrie cota respectivă. Linia de cotă se trasează cu linie continuă subțire și se delimitează prin săgeți (amplasate la una sau la ambele extremități — v. fig. 14.1, *l*) sau prin combinații de săgeți și puncte (v. fig. 14.22).

În cazul cotării dimensiunilor liniare, linia de cotă se execută dreaptă, paralel cu elementul la a cărui dimensiune se referă (v. fig. 14.1, *h*). În cazul cotării razelor de curbură al căror centru nu poate fi determinat la scara desenului, dar care este necesar a fi indicat pe desen, linia de cotă se execută frîntă (v. fig. 14.1, *h* raza *R* 90).

În cazul cotării dimensiunilor unghiulare sau a lungimii arcelor de cerc, linia de cotă se execută sub forma unui arc de cerc, cu centrul în vîrful unghiului (v. fig. 14.1, *h*) sau concentric cu arcul cotat.

Distanța între două linii de cotă paralele, precum și distanța între linia de cotă și linia de contur, paralelă cu aceasta, trebuie să fie de minimum 7 mm.

Liniile ajutătoare indică extremitățile elementului cotat; se trasează cu linie continuă subțire și depășesc vîrful săgeții cu 2—3 mm.

Liniile de indicație servesc pentru a preciza pe desen elementul la care se referă o observație, o prescripție, o notare convențională sau o cotă, care, din lipsă de spațiu, nu poate fi înscrisă deasupra liniei de cotă. Liniile de indicație pot fi:

— terminate cu punct îngroșat, dacă se referă la o suprafață (v. fig. 14.36);

— terminate cu o săgeată, dacă se referă la o linie de contur, la o axă sau la o linie de cotă;

— terminate fără punct sau săgeată dacă se referă la o linie de cotă.

Cotele reprezintă valoarea numerică a dimensiunii elementului specificat. Se scriu cu cifre arabe, deasupra liniilor de cotă la 1—3 mm și astfel încît să poată fi citite de jos și din dreapta desenului, fără a fi intersectate de linii de contur, de linii ajutătoare sau de axe. Cotele pot fi însoțite de simboluri, conform tabelului 14.1. Pe un desen, o cotă se scrie o singură dată.

Tabelul 14.1

Simboluri obligatorii pentru cotare

Simbol	Poziția simbolului față de cotă	Domeniul de utilizare
⌀	Înaintea cotei	În toate cazurile în care se indică un diametru, cu excepția cotării filetelor
R	Înaintea cotei	În toate cazurile în care se indică o rază de curbură
∩	Deasupra cotei	În toate cazurile în care se indică lungimea unui arc de cerc
◁		Înaintea valorii unei conicități, vîrful simbolului fiind orientat spre vîrful conului. Conicități standardizate în STAS 2285-71: 1:3; 1:4; 1:5; 1:6; 1:7; 1:8; 1:10; 1:12; 1:15; 1:20; 1:30; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500
<		Înaintea valorii unei înclinări, vîrful simbolului fiind orientat spre vîrful piramidei. Unghiuri normale conform STAS 2285-71: 120°; 90°; 75°; 60°; 45°; 30°
□	Înaintea cotei	În toate cazurile în care se indică latura unui pătrat

Scanned with OKEN Scanner

Principalele tipuri de haşuri utilizate în desenul industrial sînt indicate în tabelul 14.2. Toate tipurile de haşuri se trasează cu linii subţiri. Haşurarea secţiunilor în piesele metalice se execută prin linii continue subţiri, paralele, echidistante şi înclinate la 45° spre dreapta sau spre stînga, faţă de o axă a reprezentării sau faţă de linia principală de contur a secţiunii. Haşurarea suprafeţelor secţionate ale aceleiaşi piese, atît în aceeaşi proiecţie cît şi în proiecţii diferite, trebuie să fie absolut identică ; aceasta este regula principală de care se va ţine seama la trasarea haşurilor.

Tabelul 14.2

Tipuri de haşuri	Domeniul de utilizare	Tipuri de haşuri	Domeniul de utilizare
	Metale		Zidărie de cărămidă
	Materiale nemetalice cu excepţia celor indicate mai jos		Zidărie de cărămidă refractară şi produse ceramice
	Lemn, secţiune perpendiculară pe fibră		Pămînt
	Lemn, secţiune în lungul fibrei		Umplutură
	Sticlă şi alte materiale transparente		Bobine, înfăşurări electrice
	Beton		Pachete de table pentru rotoare, statoare, transformatoare
	Beton armat		Lichid

Desenele de execuţie ale pieselor trebuie să cuprindă, pe lîngă detaliile de formă şi dimensiuni, şi date referitoare la *caracteristicile suprafeţelor*. Suprafeţele obţinute prin diferite procedee tehnologice prezintă neregularităţi faţă de o suprafaţă ideală geometrică. În general, suprafeţele exterioare sau interioare ale pieselor, oricît de netede ar părea după executarea prin cele mai îngrijite operaţii, prezintă întotdeauna unele asperităţi sau neregularităţi, care constituie rugozitatea lor. STAS 5730/2-75 defineşte rugozitatea ca fiind ansamblul neregularităţilor unei suprafeţe, care nu sînt abateri de formă. Rugozitatea suprafeţelor se consideră faţă de abaterea medie aritmetică a neregularităţilor R_a sau faţă de înălţimea neregularităţilor R_z şi se măsoară în micrometri.

Rugozitatea unei suprafeţe se prescrie explicit numai atunci cînd limitarea ei este necesară din punct de vedere funcţional sau al aspectului, chiar dacă aplicarea tehnologiei curente de fabricaţie şi respectarea toleranţelor stabilite la dimensiuni îi asigură o valoare corespunzătoare.

În cazul în care rugozitatea unei suprafeţe nu prezintă interes funcţional sau de aspect, aceasta nu se prescrie explicit, ea rezultînd implicit din tehnologia de fabricaţie aplicată în scopul realizării toleranţelor stabilite la dimensiuni şi din indicaţiile generale de pe desen privind starea suprafeţei respective.

Rugozitatea unei suprafeţe se prescrie explicit prin indicarea valorii numerice a parametrului de profil ales, avîndu-se în vedere exigenţele func-

Scanned with OKEN Scanner

ţionale sau de aspect impuse suprafeţei respective. Valorile numerice ale parametrilor de profil se raportează la un plan perpendicular pe suprafaţa nominală şi sînt considerate ca valori maxime admisibile, valorile în funcţie de abaterea medie pătratică R_a, exprimată în micrometri.

Prescrierea rugozităţii suprafeţelor are un efect important asupra economicităţii fabricaţiei. Costul produsului creşte apreciabil odată cu prescrierea unor rugozităţi mai reduse (suprafeţe mai netede). De aceea, valorile prescrise trebuie astfel alese încît să nu impună execuţiei condiţii mai severe decît cele strict necesare asigurării calităţii corespunzătoare a produsului.

În general, documentaţia de bază nu conţine prescripţii privind tehnologia de fabricaţie. Alegerea procedeului tehnologic se face avînd în vedere, printre altele, toleranţele de dimensiuni, toleranţele de formă şi de poziţie şi rugozitatea prescrisă a suprafeţelor.

Rezultă că, din punctul de vedere al economicităţii aplicării procedeelor de fabricaţie, există o corelaţie între precizia dimensională şi rugozitatea rezultată, precum şi între procedeul tehnologic şi rugozitatea care se obţine prin aplicarea acestuia (v. tab. 14.3).

Tabelul 14.3

Exemple de alegere a rugozităţii în construcţia de maşini

Rugozitatea suprafeţei R_a	Cazuri de prescriere	Exemple de aplicare
1	2	3
0,012	Uzuri foarte reduse la tensiuni de contact mari. Aparate de măsurat de mare precizie.	Căi de rulare la rulmenţi de precizie. Suprafaţa de măsurare la aparate de măsurat optico-mecanice. Cale plan-paralele.
0,025	Uzuri reduse la viteze mari şi tensiuni de contact relativ mari. Aparate de măsurat foarte precise	Pistoane şi plunjere de pompe cu presiunea peste 10 MPa. Lagăre principale la maşini-unelte de mare precizie. Suprafeţe de măsurare în micrometre. Cale plan-paralele.
0,05	Uzură redusă a suprafeţelor funcţionale. Aparate de măsurat precise.	Distribuitoare şi cilindri de pompe cu presiunea peste 10 MPa. Suprafaţa de centrare precisă la dornuri şi scule de mare precizie. Scări gradate la aparate optico-mecanice. Suprafeţe de măsurare la comparatoare, calibre de lucru şi micrometre.
0,10	Joc redus între suprafeţe de ghidare precise. Aparate de măsurat mai puţine precise. Suprafeţe exterioare precise. Suprafeţe de contact.	Etanşări pretenţioase la presiuni relativ mari. Etanşări fixe conice. Fusuri şi cuzineţi la articulaţii şi lagăre la mecanisme şi maşini-unelte rapide şi de precizie. Ghidaje de rostogolire de mare precizie. Suprafeţe de măsurare la şublere. Role, bile, căi de rulare în rulmenţi. Pistoane şi cilindri de pompe de injecţie. Calibre. Tije palpatoare la aparate de măsurat. Cilindri hidraulici. Suprafaţa camelor. Arbori cotiţi.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.3 (continuare)

1	2	3
0,20	Suprafeţe supuse la frecare, de uzura cărora depinde precizia de lucru a mecanismului	Etanşări fixe conice, fără garnituri. Lagăre la arbori cotiţi şi la arbori cu came. Etanşări mobile, fără garnituri. Pistoane cu cilindri pentru distribuitoare şi pompe cu presiune sub 10 MPa. Fusuri de manivelă. Cuzineţi lepuiţi. Fusuri la turbine şi la reductoare de mare viteză. Suprafaţa activă a camelor. Ghidaje de maşini-unelte. Piciorul supapei. Conuri de fixare la scule. Ştifturi de centrare la dispozitive. Suprafeţe de lucru ale instrumentelor şi aparatelor de măsurat. Suprafeţe de contact ale calibrelor.
0,40	Uzură redusă la viteze şi tensiuni de contact mijlocii. Suprafeţe de contact greu solicitate. Suprafeţe nefuncţionale ale pieselor care urmează a fi cromate, nichelate etc.	Cilindri de pompe cu presiunea sub 10 MPa. Suprafeţe de alunecare în pene. Şuruburi conducătoare. Cuzineţi pentru arborele motor şi din metal antifricţiune. Cilindri lucrînd cu segmenţi. Suprafaţa cilindrică a pistoanelor. Fusuri la maşini electrice mari. Lagăre la arbori de transmisie. Suprafaţa de centrare la arbori canelaţi. Discuri de fricţiune. Suprafeţe de etanşare la ventile, sertare, garnituri-manşetă, prese, garnituri (la mişcări dute-vino). Filete rectificate. Suprafeţe de contact ale calibrelor, şublerelor. Suprafaţa activă a camelor. Inel colector, colector lamelar.
0,80	Uzură redusă la viteze şi tensiuni de contact reduse. Suprafeţe de centrare. Suprafeţe nefuncţionale ale pieselor care urmează să fie cromate, nichelate etc.	Etanşări fixe fără garnituri (flanşe). Suprafeţe de etanşare pentru garnituri de pîslă. Suprafeţe de alunecare la pene paralele. Suprafeţe de centrare la butuci canelaţi. Flancurile danturilor şeveruite sau rectificate şi ale roţilor dinţate din bronz. Lagăre la arbori de transmisie. Cuzineţi din bronz. Cuzineţi rectificaţi. Alezaje broşate. Asamblări fieltate supuse la vibraţii sau cu strîngere. Glisiere şi ghidaje în maşini-unelte. Axe excentrice. Tambure de frînă. Organe de comandă sau reazeme pentru mînă (mînere, volane).
1,6	Suprafeţe de ghidare şi centrare la mişcări periodice. Suprafeţe de contact puţin solicitate.	Suprafeţe active la îmbinări cu pene şi la pene de reglaj. Alezajele lagărelor cu alunecare. Ajustaje fixe obişnuite. Arbori şi alezaje la reductoare. Suprafaţa de contact la carcase din fontă. Suprafaţa activă a roţilor de curea. Flancurile danturilor mortezate cu cuţite-roată sau cuţite-pieptene.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.3 (continuare)

1	2	3
		Ghidaje în coadă de rîndunică. Etanşări cu garnituri metalice. Oglinda cilindrilor la maşinile termice mari.
3,2	Suprafeţe de contact fără mişcare, transmisii cu uzură redusă, condiţii de aspect.	Fusuri şi lagăre la transmisii normale. Cuzineţi, lagăre, pahare. Ajustaje fixe demontabile. Flanşe la cuplaje. Flancurile danturilor frezate. Ghidaje în coadă de rîndunică. Găuri de centrare. Filete metrice, trapezoidale, rotunde, pătrate şi pentru ţevi. Segmenţi de piston. Suprafeţe laterale ale flancurilor danturilor roţilor melcate, conice şi de lanţ, ale filetelor, ale canalelor roţilor pentru curele trapezoidale.
6,3	Suprafeţe de contact nesolicitate şi fără centrare. Suprafeţe exterioare, vizibile, ale organelor de maşini.	Etanşări cu garnituri nemetalice. Suprafeţe de aşezare ale pieselor cu dimensiunile şi masa mijlocii. Suprafeţe cu condiţii de aspect. Suprafeţe frontale şi laterale la şuruburi şi piuliţe precise. Tija, porţiunea filetată la şuruburi precise şi semiprecise. Filetul la toate organele de asamblare uzuale şi semiprecise.
12,5 25	Suprafeţe de contact grosolane, fără mişcare. Suprafeţe libere şi nefuncţionale ale orificiilor.	Suprafeţe de aşezare la piese mari şi grele. Bazele de aşezare ale arcurilor elicoidale. Suprafeţe cu condiţii de aspect. Suprafeţe frontale ale arborilor roţilor dinţate, bucşelor, cuplajelor. Piese turnate în cochilă. Butuc-inele de contact, butuc-colector, butuc-rotor.
50 100	Suprafeţe grosolane. Suprafeţe neprelucrate, curăţate.	Piese turnate în amestec de formare. Muchii şi feţe prelucrate în vederea sudării. Suprafeţe forjate, laminate, matriţate, tăiate, ambutisate. Suprafeţe frontale ale conductelor. Funduri de virole. Găuri fără importanţă.

În tabelul 14.4 se dau informativ valorile rugozităţii suprafeţelor tipice diverselor procedee tehnologice curente.

Regulile de înscriere în desenul tehnic a rugozităţii suprafeţelor piesei, precum şi a altor date care caracterizează starea suprafeţei piesei reprezentate (duritate, acoperiri de protecţie etc.) sau a unor procedee de fabricaţie (prelucrare, tratament termic etc.) *sînt stabilite prin STAS 612-75.*

Starea suprafeţei piesei se indică pe desen prin următoarele simboluri: simbolul de bază, simbolul pentru aşchiere obligatorie şi simbolul de interzicere a îndepărtării de material.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.4

Denumirea procedeului tehnologic	Rugozitatea suprafeței, Ra, μm												
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012
Tăiere cu flacără Curățire cu polizorul Tăiere cu fierăstrău Rabotare													
Găurire Electrochimie Electroeroziune Frezare													
Broșare Alezare Strunjire, așezare cu cuțitul Finisare în tobă													
Lustruire electrolitică Roluire Rectificare Honuire													
Polizare Lepuire Superfinisare													
Turnare în nisip Laminare la cald Forjare Turnare în formă permanentă													
Turnare de precizie Extrudare Laminare la rece, tragere Turnare în cochilă													

Valori frecvent obținute prin procedeul respectiv;

Valori mai puțin frecvent obținute prin procedeul respectiv

Simbolul de bază are forma indicată în figura 14.2, *a*, în care *h* este dimensiunea nominală a cotelor înscrise pe același desen, și se trasează cu linie continuă de aceeași grosime ca a liniei utilizate pentru inscripționarea cotelor pe desenul respectiv.

Simbolul pentru așchiere obligatorie este reprezentat în figura 14.2, *b*, iar cel de interzicere a îndepărtării de material în figura 14.2, *c*.

În cazul cînd este necesară scrierea și a altor date, decît valoarea rugozității, simbolurile de mai sus se completează cu un braț orizontal, conform figurii 14.3, a cărui lungime se alege astfel încît să se sublinieze indicația respectivă.

Datele privind starea suprafeței se scriu cu cifre și litere avînd dimensiunea nominală egală cu cea a cotelor scrise pe același desen. Rugozitatea

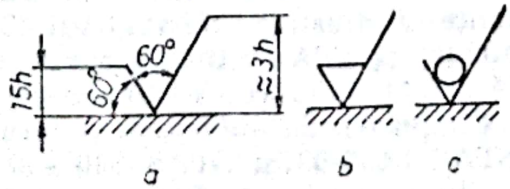


Fig. 14.2

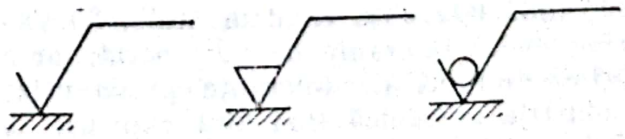


Fig. 14.3

Scanned with OKEN Scanner

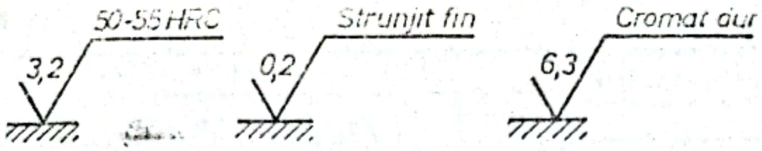


Fig. 14.4

suprafeței piesei se indică prin înscrierea în simbolul respectiv a valorii parametrului de rugozitate, exprimat în μm. Această valoare reprezintă rugozitatea maximă admisă a suprafeței respective (fig. 14.4).

Simbolul pentru notarea suprafeței se așază cu vîrful pe suprafața la care se referă (pe linia de contur) sau pe o linie ajutătoare care este în prelungirea acestei linii de contur (v. fig. 14.1, *l*).

Nu este permis ca simbolul pentru notarea stării suprafeței să fie așezat pe o linie de cotă sau pe linii de contur acoperite (trasate cu linie întreruptă subțire). Dacă reprezentarea pe desen a unor găuri este de dimensiuni reduse, se admite așezarea simbolului pentru notarea stării suprafeței pe linia de cotă, înaintea cotei (fig. 14.1, *l*).

Indicațiile scrise în jurul simbolului trebuie să poată fi citite de jos sau din dreapta desenului, în limitele înclinării admise prin STAS 188-76 (fig. 14.1, *l*).

Datele privind starea unei suprafețe se scriu pe o singură proiecție a piesei și numai o singură dată. De regulă, nu se indică rugozitatea suprafeței filetelor elementelor de fixare.

Dacă toate suprafețele unei piese trebuie să aibă aceeași rugozitate, aceasta se scrie o singură dată, printr-un simbol general, așezat deasupra indicatorului. Dimensiunile simbolului general și ale inscripțiilor respective vor fi de aceeași mărime ca cele folosite în cuprinsul desenului.

Dacă toate suprafețele unei piese trebuie să aibă aceeași rugozitate, cu excepția unui număr redus de suprafețe de rugozități diferite, deasupra indicatorului se scrie simbolul general pentru rugozitatea predominantă, urmat, între paranteze, de simbolurile stării suprafețelor notate pe desen (fig. 14.1, *l*). Pe reprezentarea piesei se notează numai rugozitățile diferite de cea indicată în simbolul general.

La executarea desenului de execuție al unei piese, se va ține seama de rolul funcțional pe care aceasta îl îndeplinește în ansamblul din care face parte, pentru că trebuie indicate pe desen toleranțele la dimensiunile părților piesei care se asamblează fie cu piese existente, fie cu alte piese proiectate. Deci, o altă problemă care se pune la realizarea unui desen de execuție este aceea a asamblării a două piese, adică a poziției alezajului și arborelui (deci a ajustajului). Ajustajele pot fi : cu joc, cu strîngere sau intermediare. Dimensiunile celor două suprafețe nu pot fi realizate în condiții riguros exacte. Din această cauză, în practică, se admit abateri ale acestora, cu condiția ca funcționalitatea să nu sufere. Aceste abateri se numesc *toleranțe* și se prescriu față de dimensiunea nominală a piesei. STAS 8100-68 se referă la definițiile, terminologia și simbolizarea în sistemul ISO (International Organisation for Standardisation) de toleranțe și ajustaje. STAS 8101-68 cuprinde toleranțe fundamentale, STAS 8102-68 și STAS 8103-68 cuprind cîmpuri de toleranțe de uz general, iar STAS 8104-68 și STAS 8105-68 cuprind cîmpuri de toleranțe preferențiale. Cîmpurile de toleranțe pentru industria mecanică fină sînt cuprinse în STAS 8106-68 și STAS 8107-68. Toleranțele și abaterile fundamentale pentru dimensiuni peste 500 mm pînă

Scanned with OKEN Scanner

la 3 150 mm sînt cuprinse în STAS 8108-68, iar selecţia de cîmpuri de toleranţă pentru dimensiuni de 500—3 150 mm este cuprinsă în STAS-urile 8109-68 şi 8110-68.

În construcţia de maşini se utilizează două sisteme de ajustaje :

— *sistemul alezaj unitar*, în care, pentru o anumită dimensiune nominală, dimensiunea alezajului se menţine aceeaşi în toate cazurile şi se dau arborelui diferite dimensiuni, în funcţie de felul ajustajului ce se urmăreşte a se obţine. În sistemul ISO, alezajul unitar este alezajul cu abaterea inferioară nulă ;

— *sistemul arbore unitar*, în care, pentru o anumită dimensiune nominală, dimensiunea arborelui se menţine aceeaşi în toate cazurile şi se dau alezajului diferite dimensiuni, după felul ajustajului prescris. În sistemul ISO, arborele unitar este arborele cu abaterea superioară nulă.

Valoarea toleranţei este funcţie de dimensiunea nominală ; ea este simbolizată printr-un număr denumit treaptă de precizie (prescurtat „precizie"). În cadrul unei precizii, toate cîmpurile de toleranţă au aceeaşi mărime pentru o dimensiune nominală dată.

Poziţia cîmpului de toleranţă în raport cu linia zero este funcţie de dimensiunea nominală ; ea este simbolizată printr-o literă (în unele cazuri două litere), majusculă pentru alezaje şi minusculă pentru arbori (v. fig. 14.22).

Dimensiunea tolerată este definită prin valoarea sa nominală, urmată de simbolul cîmpului de toleranţă, cuprinzînd o literă (în unele cazuri două) şi un număr.

Exemplu : 45 g 7.

Un ajustaj este indicat prin dimensiunea nominală comună celor două piese constitutive, urmată de simbolurile corespunzătoare fiecărei piese, începînd cu simbolul alezajului (dimensiuni interioare), scrise sub formă de fracţie.

Exemplu : 45 H8/g 7 sau $45\frac{H8}{g7}$.

În sistemul ISO se prevăd 18 trepte de precizie, notate în ordinea descrescîndă a preciziei, cu numerele : 01 ; 0 şi 1...16 ; fiecare precizie corespunde cu una dintre toleranţele denumite fundamentale şi notate respectiv cu simbolurile : IT01 ; IT0 şi IT1...IT 16. STAS 8101-68 stabileşte modul de calcul al toleranţelor fundamentale şi al abaterilor fundamentale pentru dimensiuni pînă la 500 mm.

Valorile abaterilor limită de uz general sînt cuprinse în STAS 8102-68 (pentru arbori) şi în STAS 8103-68 (pentru alezaje), iar ajustajele preferenţiale sînt cuprinse în STAS 8104-68 (pentru sistemul alezaj unitar) şi în STAS 8105-68 (pentru sistemul arbore unitar).

Stabilirea selecţiei de simboluri preferenţiale are drept scop folosirea unui număr restrîns de simboluri la acoperirea necesităţilor practice, pentru a permite organizarea ştiinţifică şi raţionalizarea fabricaţiei, aprovizionării şi exploatării S.D.V.-urilor.

În tabelul 14.5 sînt indicate ajustajele recomandate în practica industrială curentă. Aceste ajustaje se consideră a reprezenta cele mai raţionale soluţii pentru obţinerea jocurilor sau strîngerilor necesare la asamblarea pieselor. Ajustajele cu folosire preferenţială sînt scrise mai gros şi încadrate în chenare cu linii groase.

Sistemul arbore unitar se aplică numai în cazurile în care folosirea sistemului alezaj unitar, considerat sistem preferenţial, este funcţional sau teh-

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.5

Simbolurile ajustajelor preferențiale în sistemul alezaj unitar

	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
a			a9			a11	
b			b9			b11	b12
c		c8	c9			c11	
d		d8	d9	d10	d10	d11	
e	e7	e8	e9				
f	f6	f7	f8	f9			
		f6					
g	g5	g6	h8	h9	h10	h11	h12
h	h5	h6	h7				
j	j5	j6	j7				
k	k5	k6	k7				
m	m5	m6	m7				
n	n5	n6	n7				
p	p5	p6	p7				
r	r5	r6	r7				
s	s5	s6	s7				
t	t5	t6					
u	u5	u6	u7				
v	v5	v6					
x	x5	x6	x7				
y		y9	y7				
z		z6	z7				

nologic nerațională (de exemplu, la utilizarea fără prelucrare a unor semifabricate trase). Din acest motiv, selecția de simboluri și ajustaje preferențiale în sistemul arbore unitar este mult mai restrînsă. În tabelul 14.6 sînt indicate ajustajele recomandate a fi folosite, în cazul în care este necesară aplicarea sistemului arbore unitar.

Tabelul 14.6

Simbolurile ajustajelor recomandate în sistemul arbore unitar

	h6	h7	h8	h9	h11
A					A11
B					B11
D				D8	D11
E			E7		
F		F7	F8		
G	G7				
H	H7	H8	H8	H9	H11
J	J7				
K	K7				
M	M7				
N	N7				
P	P7				
R	R7				
S	S7				
U	U7				
X	X7				
Z	Z7				

Scanned with OKEN Scanner

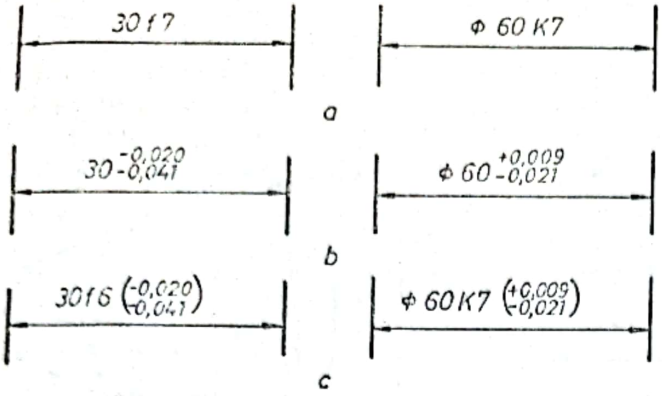


Fig. 14.5

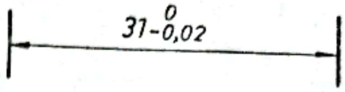


Fig. 14.6

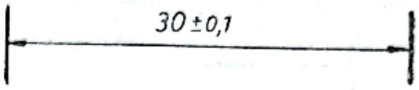


Fig. 14.7

Regulile pentru înscrierea pe desenul de execuţie a toleranţelor la dimensiuni liniare şi unghiulare sînt stabilite prin STAS 6265-67.

Toleranţa unei dimensiuni se scrie imediat după cota care reprezintă valoarea nominală a dimensiunii.

Toleranţa unei dimensiuni poate fi indicată:

— prin simbolul cîmpului de toleranţă; simbolul se scrie în rînd cu cota şi cu caractere de aceeaşi dimensiune nominală cu aceasta (fig. 14.5, *a*);

— prin valorile abaterilor limită. În acest caz, valorile se scriu în felul următor: abaterea inferioară în rînd cu cota, iar abaterea superioară deasupra abaterii inferioare (fig. 14.5, *b*);

— prin simbolul cîmpului de toleranţă, urmat de valorile, în mm, ale abaterilor limită, scrise între paranteze (fig. 14.5, *c*).

Abaterea limită nulă se înscrie prin cifra zero fără semn (fig. 14.6).

În cazul cînd cîmpul de toleranţă este situat simetric faţă de dimensiunea nominală, valoarea abaterilor limită se scrie o singură dată, în rînd cu cota şi precedată de semnul $\pm$ (fig. 14.7).

Abaterile limită ale dimensiunilor unghiulare se scriu pe desen în grade, minute şi secunde (fig. 14.8).

Toleranţele la dimensiunea nominală a ajustajului (în desenul de ansamblu) pot fi scrise:

— prin simbolurile celor două cîmpuri de toleranţă scrise sub formă de fracţie (cu linia de fracţie oblică sau orizontală), simbolul cîmpului de toleranţă al alezajului scriindu-se la numărător, iar al arborelui la numitor (fig. 14.9, *a*);

— prin scrierea de două ori a cotei şi anume peste linia de cotă pentru alezaj şi sub linia de cotă pentru arbore, fiecare cotă fiind urmată de valorile abaterilor limită şi precedată de precizarea la care piesă se referă (prin denumire sau număr de poziţie), aşa cum este exemplificat în figura 14.9, *b*;

— prin înscrierea de două ori a cotei, fiecare cotă fiind urmată de simbolul cîmpului de toleranţă şi între paranteze, de valorile abaterilor limită (fig. 14.9, *c*).

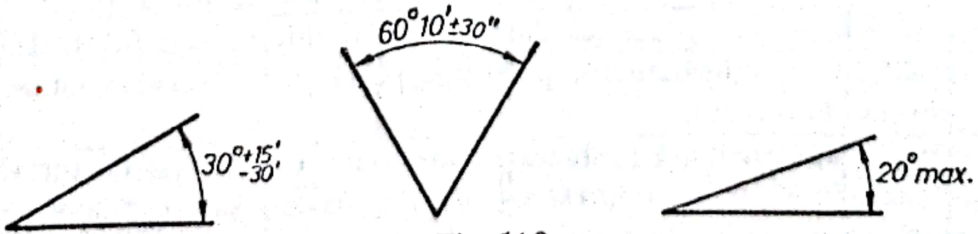


Fig. 14.8

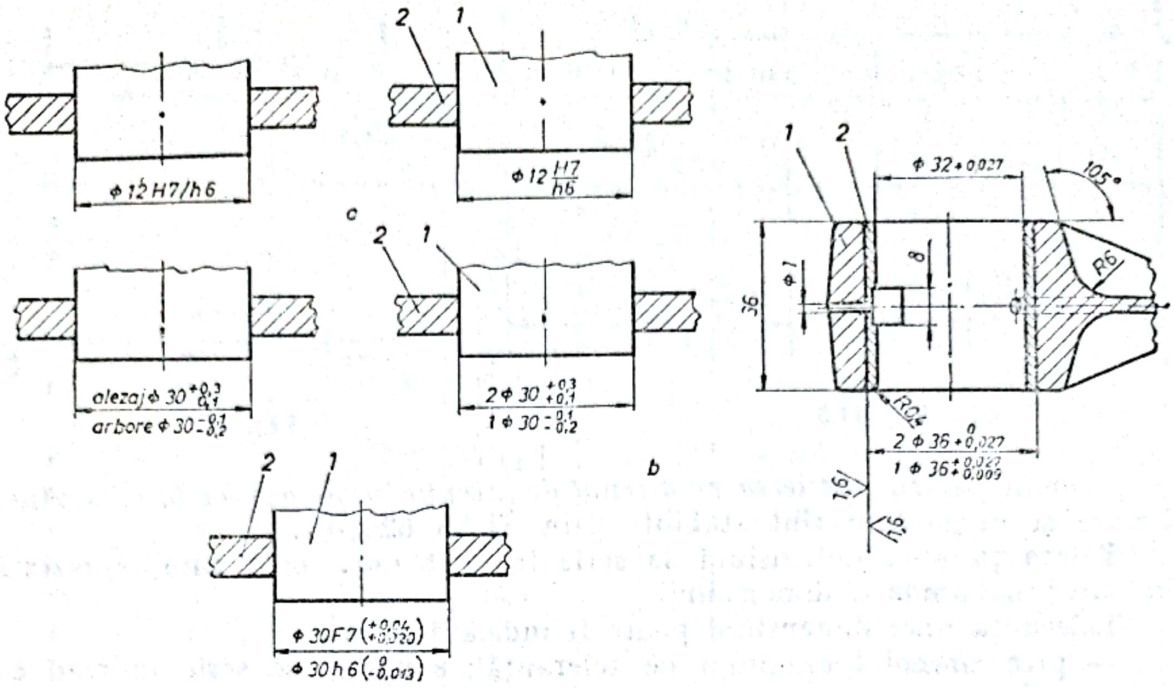


Fig. 14.9

Valorile pentru *toleranțele de formă și de poziție ale suprafețelor și axelor pieselor* sînt date în normele STAS 7391-66...STAS 7394-66. Ele sînt sistematizate în 12 clase de precizie, notate cu cifre romane I...XII, care însă nu au legătură cu preciziile din sistemul ISO de toleranțe și ajustaje.

Pentru toleranțe de poziție necuprinse în standarde, valorile se aleg în funcție de necesitățile funcționale respective. La asemenea toleranțe, cum ar fi distanța dintre axele găurilor, se recomandă folosirea toleranțelor fundamentale ISO (conform STAS 8101-68 și STAS 8108-68).

Toleranța de excentricitate (reprezentînd cîmpul în care se poate afla axa considerată) este egală cu toleranța la bătaia radială cuprinsă în STAS 7394-67.

Pentru cunoașterea simbolizării și a înscrierii pe desene a toleranțelor de formă și poziție, se consultă atît standardul respectiv de terminologie (STAS 7384-66), standardul de desen referitor la cotare în general (STAS 188-76), standardul referitor la calculul toleranțelor de poziție pe baza principiului maximului de material (STAS 7882-67), cît și standardul referitor la regulile de înscriere a toleranțelor de formă și de poziție pe desene (STAS 7385-66).

Observații.

1. Abaterile de la formă se datoresc nepreciziei sistemului elastic mașină-unealtă-piesă-sculă ; adică, datorită uzurii sculei, piesa poate rezulta cu o formă conică sau, datorită forțelor de așchiere, semifabricatul fiind deformat diferit în diferitele lui porțiuni, piesa poate rezulta cu o formă conică sau de butoi etc.

Piesele pot apărea după prelucrarea mecanică cu abateri de formă, care se încadrează în toleranțele prescrise de standarde, sau pot avea abateri foarte mari, care conduc la rebutarea piesei respective.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul cînd nu se specifică nimic pe desenul de execuţie în legătură cu abaterile de formă, aceasta se înţelege în sensul că abaterile de formă se includ în cîmpul de toleranţă dimensional.

2. Diferitele suprafeţe ale unei piese, precum şi diferitele ei axe de simetrie etc. pot avea abateri de la poziţia nominală a acestora. Aceste abateri de poziţie apar din cauza modului de confecţionare al piesei, iar poziţia nominală a elementelor geometrice ce pot avea abateri este indicată prin cotele din desen. Pentru buna funcţionalitate a piesei, aceste abateri trebuie să se înscrie în dimensiunile prevăzute de standarde ; în caz contrar, se iau măsuri de remediere a abaterilor, iar atunci cînd valorile nu permit, se rebutează piesa.

Simbolurile utilizate pentru toleranţele de formă sînt indicate în tabelul 14.7, iar pentru toleranţele de poziţie, în tabelul 14.8.

Tabelul 14.7

Denumirea toleranţei	Simbol	
	literal	grafic
Toleranţă de rectilinitate	TFr	—
Toleranţă la planitate	TFp	▱
Toleranţă la circularitate	TFc	○
Toleranţă la cilindricitate	TFl	⌭
Toleranţă la forma dată a profilului	TFf	⌒
Toleranţă la forma dată a suprafeţei	TFs	⌓

Tabelul 14.8

Denumirea toleranţei	Simbol	
	literal	grafic
Toleranţă la paralelism	TPl	//
Toleranţă la perpendicularitate	TPd	⊥
Toleranţă la înclinare	TPi	∠
Toleranţa bătăii radiale şi a bătăii frontale	TBr TBf	↗
Toleranţă la coaxialitate şi la concentricitate	TPc	◎
Toleranţă la simetrie	TPs	⌯
Toleranţă la intersectare	TPx	⌧
Toleranţă la poziţia nominală	TPp	⌖

Scanned with OKEN Scanner

Se admite prescrierea în desene a abaterilor limită de poziţie, în locul toleranţelor de poziţie. În aceste cazuri, se folosesc simbolurile din tabelul 14.9.

Tabelul 14.9

Denumirea toleranţei	Simbol	
	literal	grafic
Abaterea limită la coaxialitate şi la concentricitate	APL_{max}	⌭
Abaterea limită la simetrie	APs_{max}	⌯
Abatere limită la intersectare	APx_{max}	⨯
Abaterea limită la poziţia nominală	APp_{max}	⌖

Se va evita pe cît posibil folosirea acestui mod de limitare a abaterilor de poziţie.

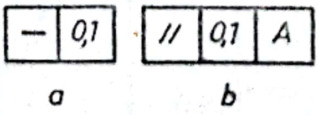
Datele privind toleranţele de formă sau de poziţie se înscriu într-un cadru dreptunghiular, trasat cu linie continuă mijlocie, împărţit după caz în două sau trei căsuţe. În căsuţe se trec, în ordine, următoarele date (fig. 14.10) :

— simbolul toleranţei (conform tabelelor 14.7 şi 14.8) ;
— valoarea toleranţei, în mm ;
— litera de identificare a bazei de referinţă, dacă este necesar.

Datele privind toleranţele de formă sau de poziţie se înscriu cu cifre şi litere avînd dimensiunea nominală egală cu cotele înscrise pe acelaşi desen.

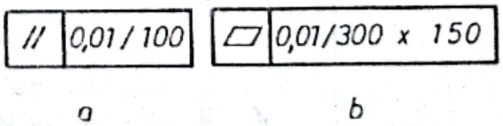
Dacă toleranţa este valabilă pe o lungime (suprafaţă) de referinţă dată şi care se află în oricare loc al elementului verificat, dimensiunile lungimii (suprafeţei) de referinţă se înscriu după valoarea toleranţei şi se separă de aceasta printr-o linie înclinată (fig. 14.11).

Dacă toleranţa se prescrie pe toată lungimea (suprafaţa) elementului verificat şi este necesar să se limiteze şi toleranţa pe o lungime (suprafaţă) de referinţă dată, căsuţa pentru valoarea toleranţei se împarte în două şi toleranţa a doua se înscrie sub cea generală (fig. 14.12).



a b

Fig. 14.10



a b

Fig. 14.11

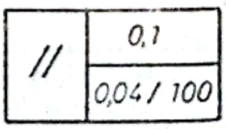


Fig. 14.12

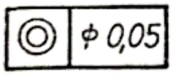
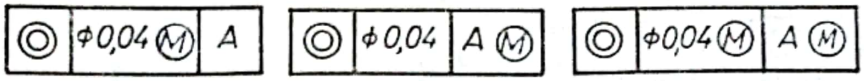


Fig. 14.13



a b c

Fig. 14.14

În cazul în care zona toleranței este circulară sau cilindrică, valoarea toleranței se înscrie precedată de simbolul Φ (fig. 14.13).

Toleranțele de poziție dependente se notează prin litera *M* încercuită, înscrisă :

— după valoarea toleranței, dacă toleranța de poziție este dependentă de abaterile efective ale dimensiunii elementului la care se referă toleranța (fig. 14.14, *a*) ;

— după litera de identificare a bazei de referință, dacă toleranța de poziție este dependentă de abaterile efective ale dimensiunii bazei de referință (fig. 14.14, *b*) ;

— după valoarea toleranței și după litera de identificare a bazei de referință, dacă toleranța de poziție este dependentă atît de abaterile efective ale dimensiunii elementului tolerat, cît și de abaterile efective ale dimensiunii bazei de referință (fig. 14.14, *c*).

Cotele care determină poziția nominală a elementelor pentru care se prescriu toleranțe de poziție nu se tolerează dimensional, ci se înscriu încadrate, de exemplu $\boxed{30}$ (fig. 14.15, *a* și fig. 14.15, *b*). Dimensiunile efective corespunzătoare sînt limitate numai prin valorile toleranțelor de poziție prescrise.

Cadrul cu datele privind toleranța de formă sau de poziție se leagă de elementul la care se referă toleranța printr-o linie de indicație terminată cu o săgeată. Linia de indicație poate fi și frîntă.

Capătul liniei de indicație prevăzut cu săgeată se sprijină :

— pe linia de contur a piesei sau pe o linie ajutătoare, dar nu în dreptul liniei de cotă, dacă toleranța se referă la profilul sau suprafața respectivă (fig. 14.16, *a*) ;

— pe linia de contur sau pe linia ajutătoare, în prelungirea liniei de cotă, dacă toleranța se referă la axa sau la planul de simetrie al întregii piese sau al elementului cotat, determinate cu axa sau planul de simetrie al suprafeței adiacente (fig. 14.16, *b* și *c*) ;

— pe axa sau planul de simetrie al piesei sau al elementului cotat, dacă toleranța se referă la această axă sau la acest plan (fig. 14.16, *d*) ;

— pe axa comună sau planul de simetrie comun a două sau mai multe elemente (fig. 14.16, *e*).

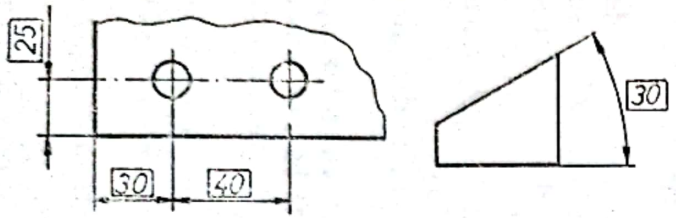
Abaterea de formă sau de poziție a elementului prevăzut cu toleranță se măsoară în direcție paralelă cu cea indicată de săgeată (fig. 14.17). Dacă zona toleranței nu este circulară sau cilindrică, lățimea ei este în direcția săgeții.

Cadrul cu datele privind toleranța de poziție se leagă de baza de referință printr-o linie de indicație (dreaptă sau frîntă), terminată cu un triunghi înnegrit.

Triunghiul înnegrit de la capătul liniei de indicație se sprijină printr-o latură pe :

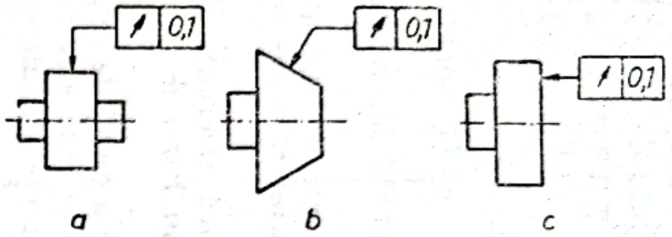
— linia de contur a piesei sau pe o linie ajutătoare, dar nu în dreptul liniei de cotă, dacă baza de referință este profilul sau suprafața respectivă (fig. 14.18, *a*) ;

Scanned with OKEN Scanner



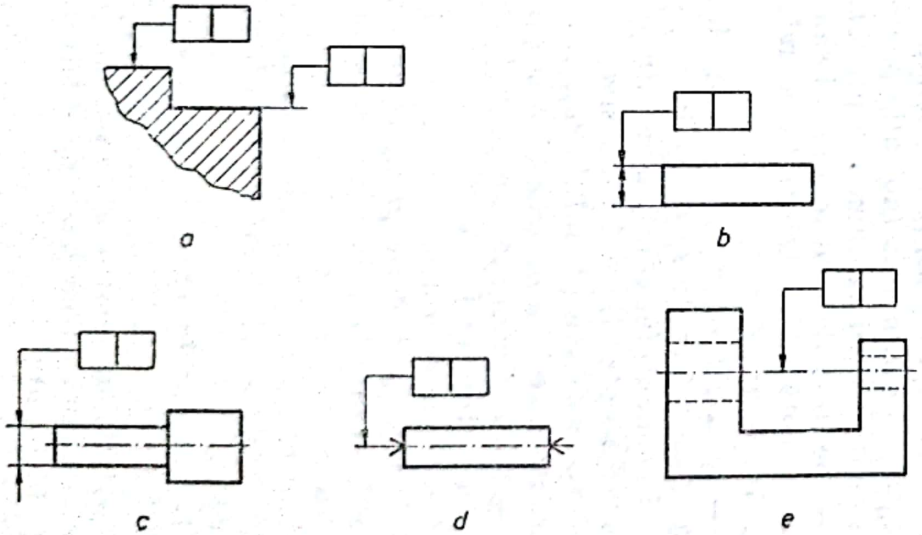
a b

Fig. 14.15



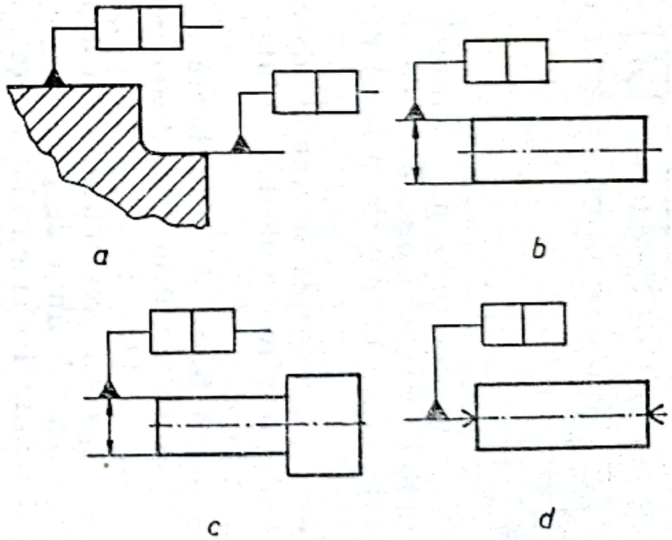
a b c

Fig. 14.17



a b c d e

Fig. 14.16



a b c d

Fig. 14.18

Scanned with OKEN Scanner

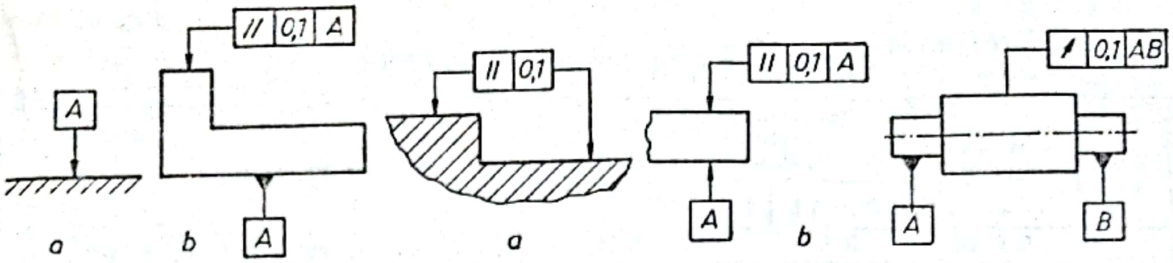


Fig. 14.19 Fig. 14.20 Fig. 14.21

— linia de contur sau pe linia ajutătoare, în dreptul liniei de cotă, dacă baza de referinţă este axa sau planul de simetrie al întregii piese sau al elementului respectiv, determinate ca axa sau planul de simetrie al suprafeţei (suprafeţelor) adiacente (fig. 14.18, *b* şi *c*) ;

— axa sau planul de simetrie al piesei sau al elementului, determinate direct, dacă această axă sau acest plan este baza de referinţă (fig. 14.18, *d*).

În cazul cînd cadrul nu poate fi legat de baza de referinţă fără a dăuna clarităţii desenului, baza de referinţă se notează cu o literă majusculă (diferită de cele folosite în acelaşi desen), înscrisă în apropierea bazei într-un cadru, care se leagă de bază printr-o linie de indicaţie, terminată cu un triunghi înnegrit (fig. 14.19, *a*). Litera majusculă respectivă se înscrie şi în a treia căsuţă a cadrului cu datele privind toleranţa de poziţie respectivă (fig. 14.19, *b*). Dacă, însă, pentru o toleranţă de poziţie, nu este necesar să se precizeze care dintre cele două elemente corelate este baza de referinţă, triunghiul înnegrit se înlocuieşte cu o săgeată (fig. 14.20, *a* şi *b*).

Dacă baza de referinţă este axa comună sau planul de simetrie comun a două sau mai multe elemente, se indică toate aceste elemente. În cazul notării bazei de referinţă prin litere, fiecare element se notează cu o literă diferită şi literele se înscriu în a treia căsuţă a cadrului respectiv (fig. 14.21).

Pentru completarea indicatorului desenelor de execuţie în căsuţa (7) se înscrie *materialul* din care piesa va fi confecţionată. În tabelele 14.10... 14.19 se indică materialele frecvent utilizate în construcţia de maşini, cu marca, standardul şi domeniul de utilizare.

Tabelul 14.10

Fontă cenuşie cu grafit lamelar, turnată în piese, STAS 568-75

Marca fontei (marca veche)	Rezistenţa la tracţiune, min N/mm² (kgf/mm²)	Indicaţii de utilizare
Fc100 (Fc10)	100 (10)	Piese de mică rezistenţă
Fc150 (Fc15)	150 (15)	Piese de mică importanţă
Fc200 (Fc20)	200 (20)	Piese importante cu grosimea pereţilor sub 20 mm
Fc250 (Fc25)	250 (25)	Piese importante cu grosimea pereţilor de 20—60 mm
Fc300 (Fc30)	300 (30)	Piese puternic solicitate cu grosimea pereţilor între 20 şi 100 mm

Exemplu de notare : fonta cenuşie, cu grafit lamelar, turnată în piese, cu o rezistenţă la tracţiune de 250 N/mm², se notează :

Fc250 STAS 568-75.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.11

Oţel carbon turnat în piese — STAS 600-74

Grupa	Marca oţelului	Rezistenţa la tracţiune R_{mtn}		Indicaţii de utilizare
		N/mm²	kgf/mm²	
1	OT 40	390	40	Batiuri, role, bacuri, roţi dinţate, arbori cotiţi
	OT 45	440	45	Saboţi de frînă, biele, capace, roţi de lanţ, presetupe, cuplaje
	OT 50	490	50	Roţi de vagoneţi, lagăre, carcase, reductoare, cruci cardanice
	OT 55	540	55	Roţi dinţate, carcase
	OT 60	590	60	Coroane dinţate, corpuri de pompă, biele
2	OT 40	390	40	Ca la oţelurile din grupa 1
	OT 45	440	45	
	OT 50	490	50	
	OT 55	540	55	
3	OT 40	390	40	Ca la oţelurile din grupa 1
	OT 45	440	45	
	OT 50	490	50	
	OT 55	540	55	

Exemplu de notare : OT 40-1 STAS 600-75, unde: OT — oţel turnat; 40 — rezistenţa minimă la tracţiune, în kgf/mm²; grupa oţelului; numărul STAS-ului. Grupa oţelului se referă la caracteristici mecanice.

Tabelul 14.12

Oţeluri pentru arcuri STAS 795-77

Marca oţelului		Rezistenţa la rupere		Solicitarea	Indicaţii de utilizare
nouă	veche	N/mm²	kgf/mm²		
OLC 55 A	Arc 6	880	90	mică	Arcuri tip spiral, elicoidale şi în foi, cu grosimea foii sau spirei de max 10 mm, utilizate în medii necorosive la temperatura mediului ambiant
OLC 65 A	Arc 6	780	80		
OLC 75 A	Arc 10	880	90		
OLC 85 A	Arc 7	980	100		
51Si17A	Arc 5	1 080	110	medie	Arcuri în foi pentru vehicule, şine
51VCr11A	Arc 2A	1 180	120	mare	Arcuri pentru vehicule puternic solicitate, arcuri elicoidale, inelare, disc, bare de răsucire cu Ø 40 mm
56Si17A	Arc 4	1 080	110	medie	Arcuri în foi pentru verticale (pînă la 7 mm grosime), arcuri elicoidale, plăci elastice, arcuri-disc
60Si15A	Arc 3	1 270	130	medie	Arcuri în foi peste 7 mm grosime, arcuri elicoidale, disc, inelare

Exemplu de notare :
OLC 55 A STAS 795-77.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.13

Sîrmă trasă pentru arcuri din oțel carbon de calitate — STAS 893-72

Simbol	Calitatea sîrmei
RS	Sîrmă de rezistență scăzută
RM	Sîrmă de rezistență medie
RR	Sîrmă de rezistență ridicată

Exemplu de notare : — Sîrmă RM-2 — STAS 893-72 ;
— Sîrmă RRS-3 — STAS 893-72.

Se indică denumirea, simbolul calității, diametrul sîrmei și numărul STAS-ului. Pentru sîrme speciale, pentru supape, ventile etc. se indică litera S.

Tabelul 14.14

Aliaje cupru-zinc (alame) deformabile (STAS 95-75)
Aliaje cupru-zinc (alame) fără plumb

Marca aliajului		Conținutul de cupru %	Forma de livrare	Indicații de utilizare
nouă	veche			
CuZn5	Am95	94...96	Plăci, table, benzi, sîrme	Pentru obiecte emailate
CuZn10	Am90	89...91	Plăci, table, benzi, sîrme	
CuZn15	Am85	84...86	Plăci, table, benzi, bare, țevi, sîrme	Țevi pentru manometre, dispozitive de conectare. Palete de turbină, țesături metalice.
CuZn20	Am80	79...81	Plăci, table, benzi, sîrme	
CuZn28	Am72	71...73		
CuZn30	Am70	68,5...71,5	Plăci, table, benzi, sîrme, țevi	Piese pentru electrotehnică
CuZn36	Am63	63...65	Plăci, table, benzi, țevi, sîrme	
CuZn37		62...64		
CuZn40	Am60	59...62	Plăci, table, benzi, bare, profile, țevi	Piese pentru electrotehnică

Tabelul 14.15

Aliaje cupru-zinc (alame) deformabile (STAS 95-75)
Aliaje cupru-zinc (alame) cu plumb

Marca aliajului		Conținutul de cupru %	Forma de livrare	Indicații de utilizare
nouă	veche			
CuZn36Pb1	—	61...64	Benzi, bare, sîrme	—
CuZn39Pb2	Am58	57...60	Plăci, table, bare, piese forjate, benzi, profile	
CuZn39Pb3		57...59	Bare, profile	Piese pentru electrotehnică
CuZn40Pb1	Am60	59...61,5	Plăci, table, benzi, bare	
CuZn43Pb2	—	54...57	Profile	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.16

Aliaje cupru-zinc (alame) deformabile (STAS 95-75)
Aliaje cupru-zinc (alame) speciale

Marca aliajului		Conținutul de cupru %	Forma de livrare	Indicații de utilizare
nouă	veche			
CuZn39MnAl	Am×1	56...60	—	Pentru elemente de construcții cu solicitări mari
CuZn36AlMnFe	Am×2	58...62	Bare, profile, piese forjate	
CuZn38Pb2Mn2	Am×3	57...60	Bare, profile, piese forjate	Bucșe, lagăre
CuZn40Mn	Am×4	53...58	Bare, profile, piese forjate	Bucșe, scaune ventile, colivii și rulmenți

Simbolizarea aliajelor cupru-zinc cuprinde simbolul chimic al metalului de bază, urmat și de simbolul chimic și conținutul mediu sau nominal, în procente, al elementului principal de aliere, și de simbolurile chimice ale elementelor componente, precum și de conținuturile lor medii, în procente, în ordinea descrescătoare a acestora.

Tabelul 14.17

Aliaje cupru-zinc (alame):
— turnate în blocuri — STAS 199/1-73
— turnate în piese — STAS 199/2-73

Marca nouă (marca veche)	Rezistența de rupere la tracțiune R, N/mm² (kgf/mm²)	Conținutul de cupru %	Indicații de utilizare
CuZn40Pb (AmT59)	196 20	57...60	Colivii-rulmenți
CuZn33Pb2 (AmT66)	147 15	63...69	Armături, piese de ornament, diverse piese pentru construcții de mașini
CuZn32Pb2 (AmT67)	196 20	65...69	Armături. Diverse piese turnate
CuZnPbSn (Am×T0)	275 28	58...63	Armături și diverse piese solicitate în construcții de mașini
CuZn40Mn2Al (Am×T1)	304 31	53...59	Armături. Diverse elemente solicitate la uzură, cu conductivitate electrică și termică bună
CuZn38Pb2Mn2 (Am×T2)	343 35	57...60	Lagăre, bucșe și alte piese de frecare
CuZn35Mn2FeAlNi (Am×T3)	392 40	54...60	Elemente solicitate în construcții de mașini, piulițe, bucșe, armături care lucrează în apă dulce sau de mare
CuZn40Mn3Fe (Am×T4)	490 50	53...58	Piese simple solicitate la sarcini, armături navale care lucrează pînă la 300°C, piese masive
CuZn30AlFe3Mn2 (Am×T5)	490 50	64...68	Piulițe pentru presiuni, diverse piese filetate

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14.18

Aliaje cupru-staniu (bronz cu staniu) turnate în blocuri — STAS 197/1-75

Marca aliajului		Conținutul de staniu %
	veche	
CuSn14T	Bz14T	13...15
CuSn12T	Bz12T	11...13
CuSn12Ni2T	—	11...13
CuSn10Zn2T	Bz10T	9...10
CuSn9Zn5T	Bz9ZnT	8...10
CuSn6Zn4Pb4T	Bz6ZnT	5... 7
CuSn5Zn5Pb5T	Bz5ZnT	4... 6
CuSn4Zn4Pb17T	Bz4ZnT	3,5...5,5
CuSn3Zn11Pb4T	Bz3ZnT	2...4

Mărcile aliajelor cupru-staniu se notează prin simbolul chimic al metalului de bază, urmat de simbolurile chimice ale elementelor componente cu conținut mediu al acestora în aliaj și de litera T (turnat).

Tabelul 14.19

Aliaje cupru-staniu (bronz cu staniu) turnate în piese — STAS 197/2-75

Marca aliajului		Conținutul de staniu %	Indicații de utilizare
nouă	veche		
CuSn14	Bz14T	12,8...5	Piese supuse la uzură, lagăre pentru mașini-unelte, organe de mașini, pentru aparate hidraulice la presiuni mari
CuSn12	Bz12T	10,8...13	
CuSn12N12	—	10,8...13	
CuSn10	Bz10T	8,8...11	Piese diverse în construcția de mașini
CuSn10Zn2	Bz10ZnT	8,8...11	Lagăre pentru material rulant și armături de presiune
CuSn6Zn4Pb4	Bz6ZnT	4,8... 7	Armături, lagăre ușor solicitate
CuSn5ZnPb5	Bz5ZnT	3,8... 6	Piese care lucrează prin frecare și lagăre puțin solicitate
CuSn4Zn4Pb17	Bz4ZnT	3,3... 5,5	
CuSn3Zn11Pb4	Bz3ZnT	1,8... 4	Armături pentru instalații de apă și abur

Scanned with OKEN Scanner

14.3. APLICAȚII REZOLVATE

1. Să se reprezinte desenul de execuție al unui capac turnat din OT 45-2 STAS 600-74.

Rezolvare. Desenul de execuție al capacului turnat este reprezentat în figura 14.22, la scara 1 : 1, în poziția de funcționare, cu indicarea și inscripționarea secțiunilor executate ($A-A$ și $B-B$) pentru determinarea formei piesei. Au fost înscrise toleranțele la dimensiuni și condițiile tehnice necesare execuției produsului.

Trasarea simbolurilor pentru indicarea calităților suprafețelor s-a reprezentat numai pentru simbolurile diferite de cel general, acesta fiind înscris numai deasupra indicatorului.

2. Să se reprezinte desenul de execuție al unei carcase de vitezometru, turnată din ATNSi10Mg STAS 201/2-71.

Rezolvare. În figura 14.23 este prezentat desenul de execuție al unei carcase de vitezometru, la scara 1 : 1. Reprezentarea este făcută în patru proiecții (vederi și secțiuni) pentru determinarea formei exacte și a dimensiunilor piesei. Au fost indicate abaterile la dimensiuni și abaterile de formă și poziție ale suprafețelor. De remarcat cotele încadrate în pătrate ; acestea determină poziția nominală a elementelor pentru care se prescriu toleranțe de poziție (ele nu se tolerează dimensional). Dimensiunile lor efective corespunzătoare sînt limitate numai prin valorile toleranțelor de poziție prescrise. Bazele de referință, la indicarea abaterilor de formă și poziție, au fost notate cu X pentru alezajul ∅ 25 H8 ($^{+0,033}_{0}$) și cu Y pentru axa de simetrie a piesei.

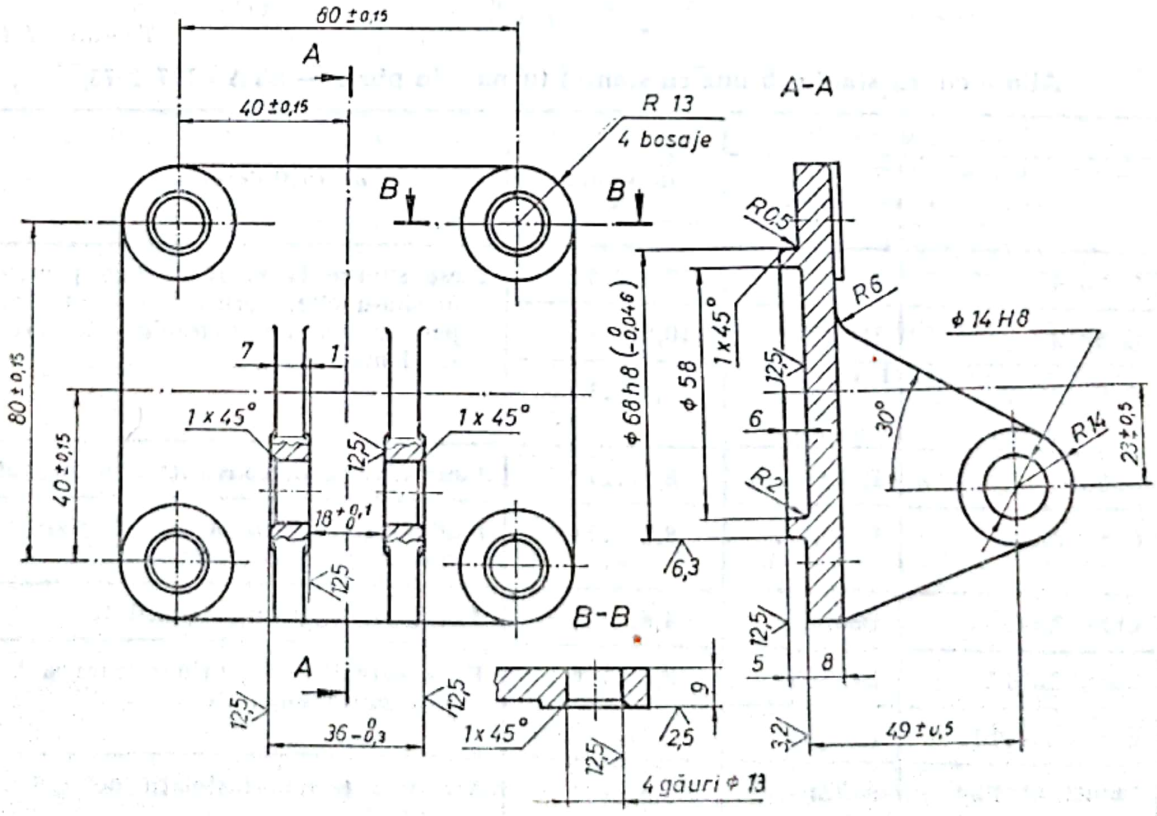


Fig. 14.22

Scanned with OKEN Scanner

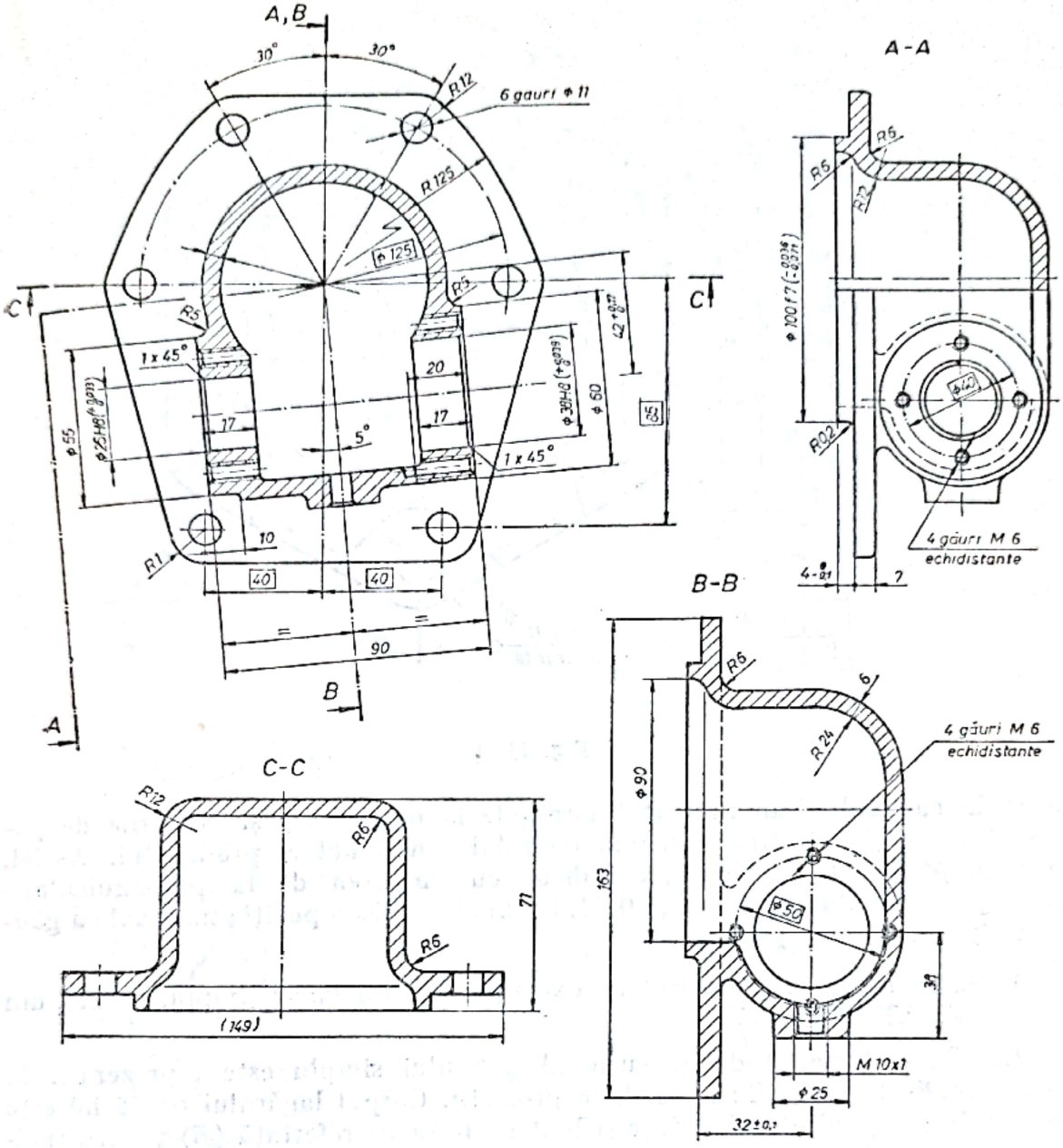


Fig. 14.23

Se remarcă, de asemenea, cotele auxiliare, înscrise între paranteze, informativ. Desenul de execuţie este însoţit de nota care cuprinde condiţiile tehnice necesare execuţiei produsului.

3. Să se reprezinte desenul de execuţie al unui capac turnat din ATN Si10Mg STAS 201/2-71, plat, fără suprafaţă de centrare la montaj.

Rezolvare. Desenul de execuţie al capacului plan, fără suprafaţă de centrare la montaj, este reprezentat în figura 14.24. Desenul este reprezentat în două proiecţii : o secţiune frîntă $A—A$ în planul vertical şi o vedere în planul lateral. Pe proiecţia în vedere se văd poziţia găurilor de prindere (6 găuri ∅ 11 echidistante) şi lamajele din drepturile lor necesare pentru realizarea suprafeţelor plane de strîngere a capetelor şuruburilor ce vor

Scanned with OKEN Scanner

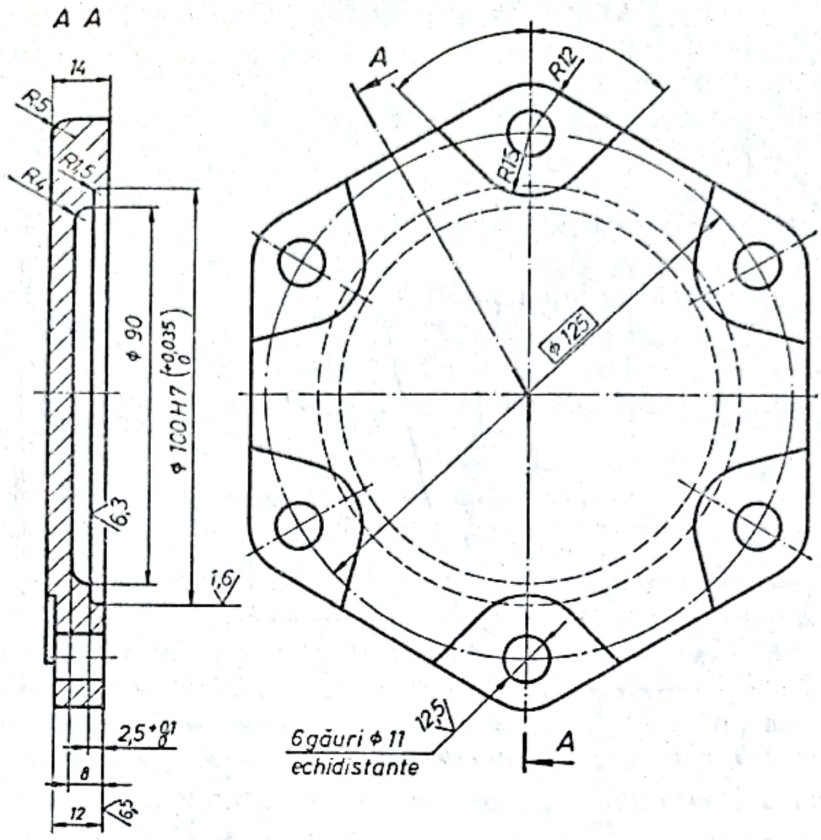


Fig. 14.24

asambla capacul. S-au indicat toleranţele la dimensiuni şi abaterile de poziţie (v. tab. 14.8), ţinînd seama de rolul funcţional al produsului. Astfel, alezajul ∅ 100 H7 ($^{+0,035}_{0}$) este indicat cu abaterea de la perpendicularitate, ⊥, pe tot diametrul de ∅ 0,04, iar abaterea de la poziţia nominală a găurilor ∅ 11, ⊕, cu ∅ 0,3.

4. Să se reprezinte desenul de execuţie al unui lagăr simplu, turnat din Fgn 450-5 STAS 6071-75.

Rezolvare. Desenul de execuţie al lagărului simplu este reprezentat în figura 14.25, la scara 2 : 1, în două proiecţii. Corpul lagărului ∅ 38 h6 este tolerat în sistemul alezaj unitar şi luat ca bază de referinţă (B) pentru indicarea toleranţei de poziţie la perpendicularitate a suprafeţei laterale de sprijin. Abaterea de poziţie a alezajului ∅ $22{,}05^{+0,05}_{0}$ la coaxialitate şi la concentricitate cu suprafaţa de referinţă B este tolerată 0,04. Toleranţa la poziţia nominală a găurilor ⊕ 6,6 este 0,3.

5. Să se reprezinte desenul de execuţie al unei carcase, turnată din ATN Si10Mg STAS 201/2-71.

Rezolvare. Utilizînd numărul minim de proiecţii necesare pentru determinarea formei piesei, în figura 14.26 s-au mai utilizat o vedere parţială din direcţia B şi o secţiune parţială $C—C$, ceea ce restrînge spaţiul ocupat de proiecţii şi micşorează timpul de execuţie a desenului, obţinînd toate datele despre forma şi dimensiunile produsului.

Carcasa, fiind prevăzută pe ambele feţe laterale cu alezaje de centrare, prelucrate la o calitate fină (3,2 μm), acestea au fost tolerate în sistemul alezaj unitar : ∅ 125 H8 şi ∅ 100 H7.

Scanned with OKEN Scanner

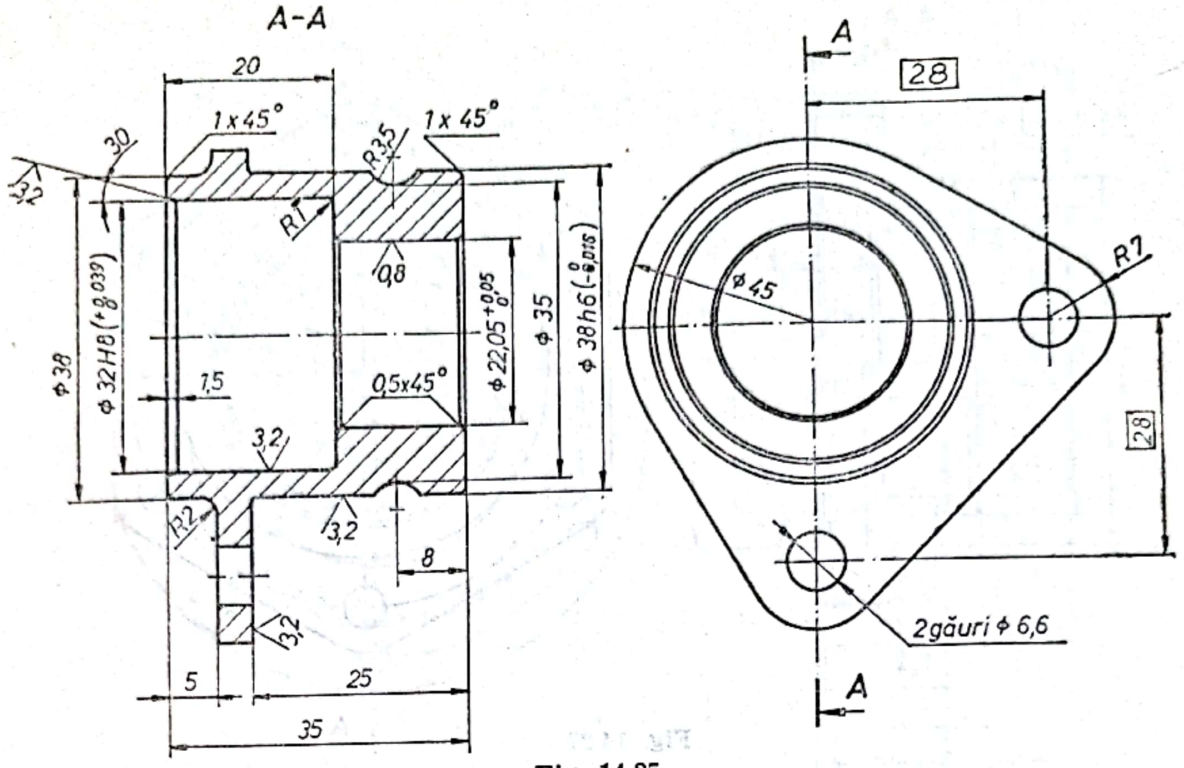


Fig. 14.25

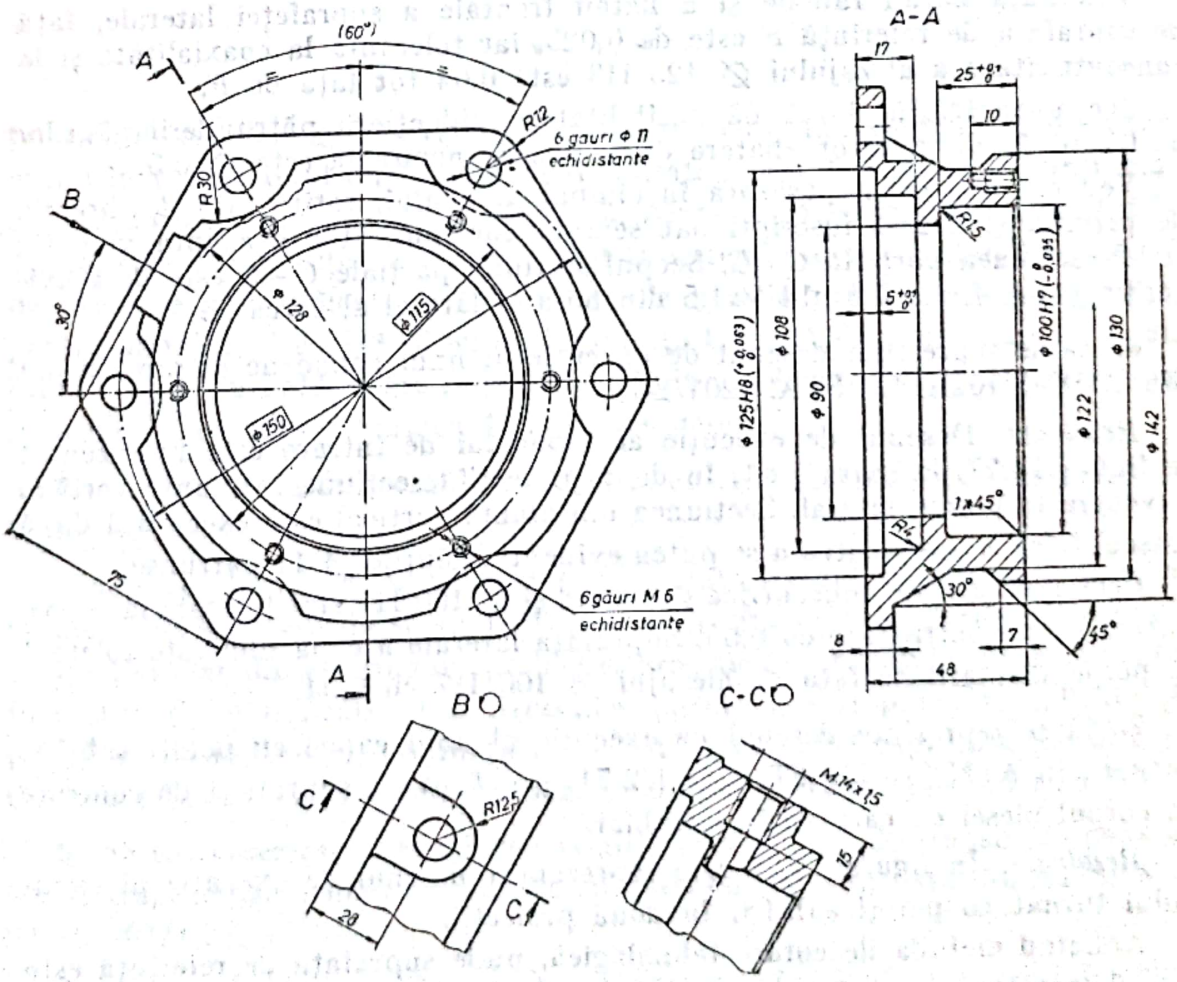


Fig. 14.26

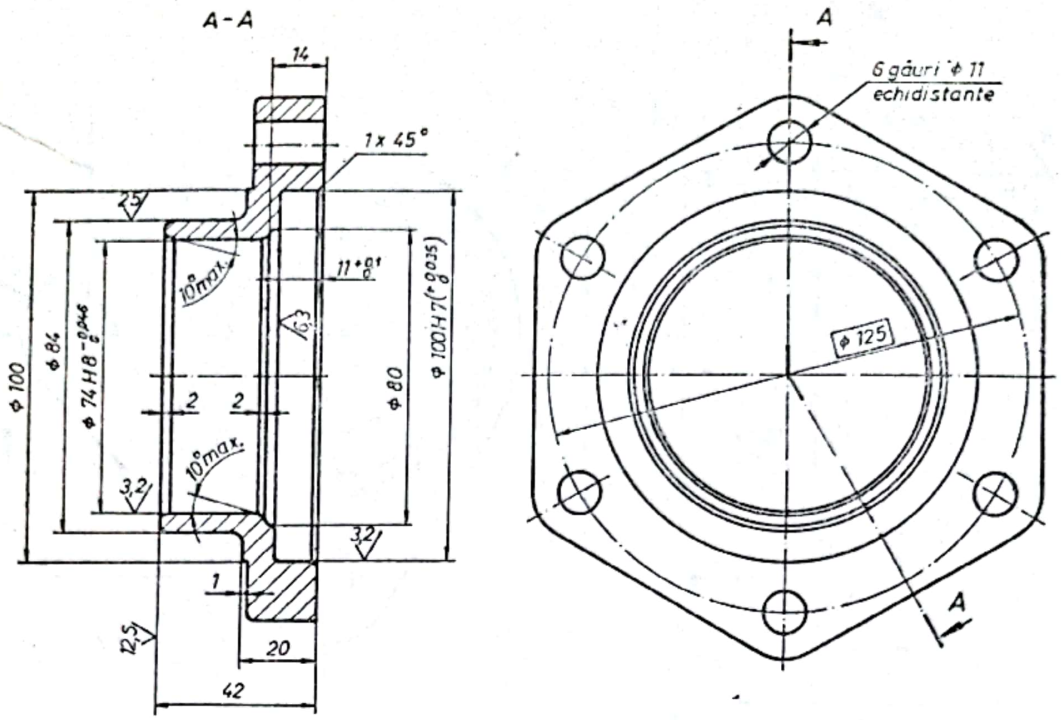


Fig. 14.27

Toleranța bătăii radiale și a bătăii frontale a suprafeței laterale, față de suprafața de referință F este de 0,025, iar toleranța la coaxialitate și la concentricitate a alezajului ∅ 125 H8 este 0,04 tot față de F.

Secțiunea frîntă $A—A$ dă posibilitatea evidențierii pătrunderii găurilor de fixare ∅ 11, a căror abatere de la poziția nominală este ∅ 0,3.

Vederea din B este așezată în cîmpul desenului, rotită față de direcția de privire, și a fost inscripționat semnul corespunzător deasupra vederii ; la fel secțiunea parțială $C—C$. Scopul secțiunii parțiale $C—C$ este de a evidenția gaura filetată M 14 × 1,5 din bosajul lateral al carcasei.

6. Să se reprezinte desenul de execuție al unui capac de intrare turnat din ATN Si10Mg/TF STAS 201/2-71.

Rezolvare. Desenul de execuție al capacului de intrare este reprezentat în figura 14.27, la scara 1 : 1, în două proiecții : secțiune în planul vertical și vedere în planul lateral. Secțiunea din planul vertical este executată după traseul frînt $A—A$ pentru a se putea evidenția găurile ∅ 11 pătrunse.

Cele două alezaje concentrice ∅ 74 H8 și ∅ 100 H7 sînt tolerate la coaxialitate și concentricitate cu 0,05. Suprafața laterală a capacului este tolerată la perpendicularitate față de alezajul ∅ 100 H7 cu 0,04.

7. Să se reprezinte desenul de execuție al unui capac cu pereți subțiri, turnat din ATN Si10Mg STAS 201/2-71, prevăzut cu suprafață de centrare în corpul piesei cu care va fi asamblat.

Rezolvare. În figura 14.28 este reprezentat desenul de execuție al capacului turnat cu pereți subțiri, în două proiecții.

Aplicînd metoda de cotare tehnologică, unde suprafața de referință este fața laterală a capacului, rezultă grosimea peretelui de 4 mm. Porțiunea

Scanned with OKEN Scanner

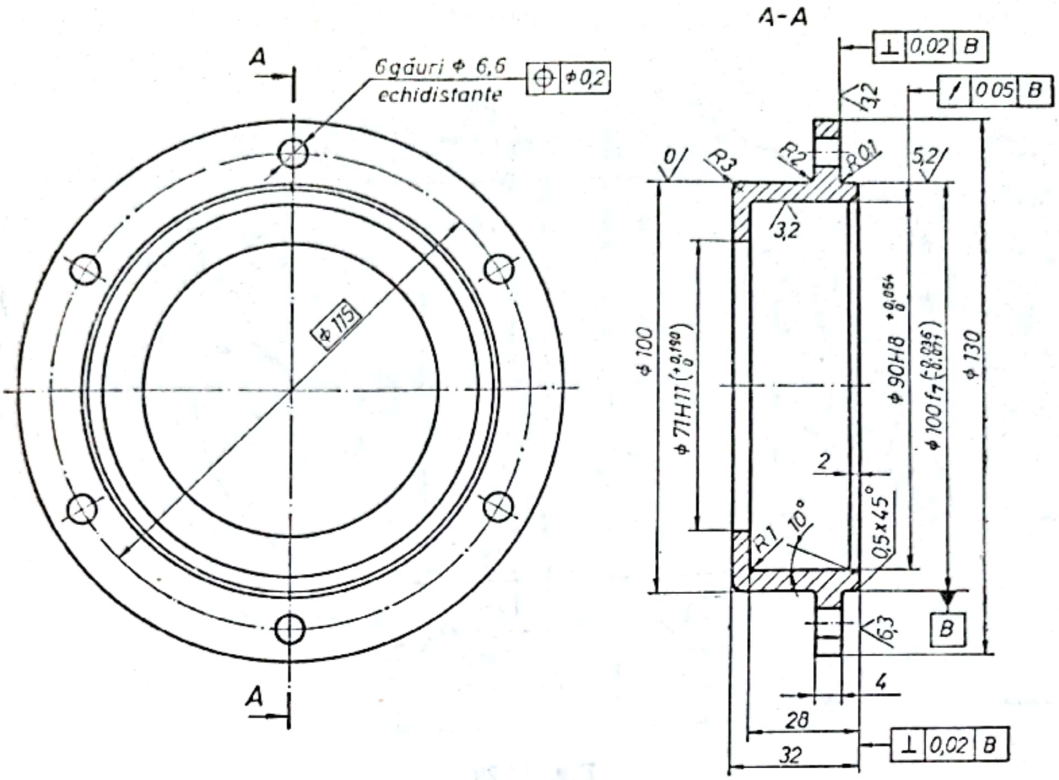


Fig. 14.28

laterală de centrare ∅ 100 f7 este un arbore tolerat în sistemul alezaj unitar, avînd în vedere rolul lui funcțional și calitatea suprafeței indicate prin simbolul 3,2 ceea ce arată o prelucrare fină. Alezajul ∅ 90 H8, prelucrat tot la 3,2 calitate a suprafeței, este tolerat tot în sistemul alezaj unitar. Pe desenul de execuție sînt indicate și toleranțele de poziție pentru găurile ∅ 6,6, pentru alezajul ∅ 90 H8 și pentru suprafața laterală de așezare a capacului. Fiind o piesă turnată, toate indicațiile referitoare la execuția produsului sînt indicate în condițiile tehnice înscrise pe desen.

8. Să se reprezinte desenul de execuție al unei garnituri de etanșare profilate.

Rezolvare. În figura 14.29 este reprezentat desenul de execuție al unei garnituri de etanșare, la scara 1 : 1. Forma și dimensiunile garniturii rezultă complet și clar dintr-o singură proiecție, grosimea materialului fiind indicată în căsuța (7) a indicatorului. Grosimea garniturii mai putea fi indicată și prin linie de indicație, terminată cu punct îngroșat pe suprafața garniturii. Cotarea tehnologică și cotele de poziție determină exact profilul garniturii.

9. Să se reprezinte desenul de execuție al unei roți de transmisie pentru curele trapezoidale (fulie), prevăzută cu două curele și turnată din AT Si7Mg STAS 201/1-71.

Rezolvare. În figura 14.30 este reprezentat, în două proiecții, desenul de execuție al unei roți de transmisie pentru curele trapezoidale.

Scanned with OKEN Scanner

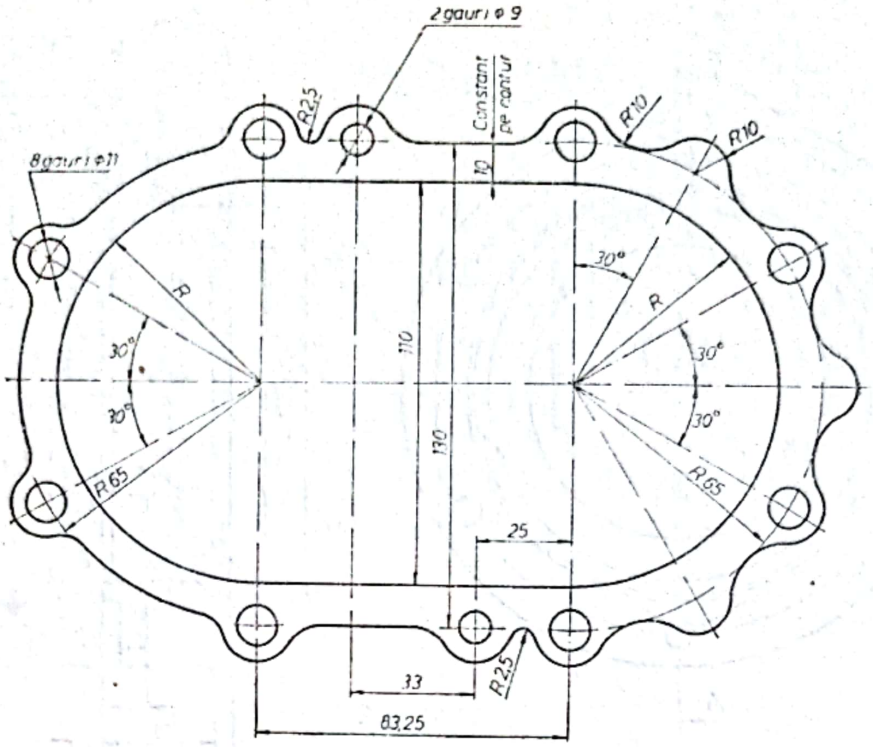


Fig. 14.29

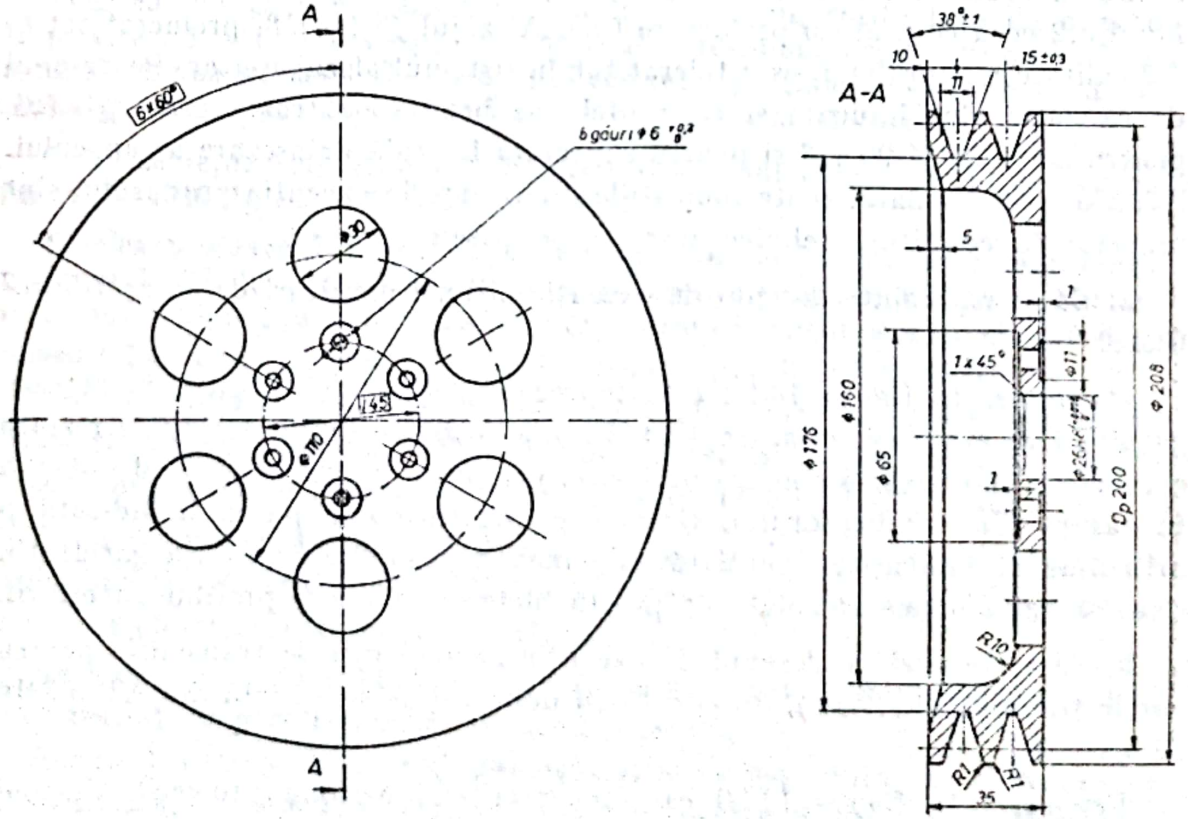


Fig. 14.30

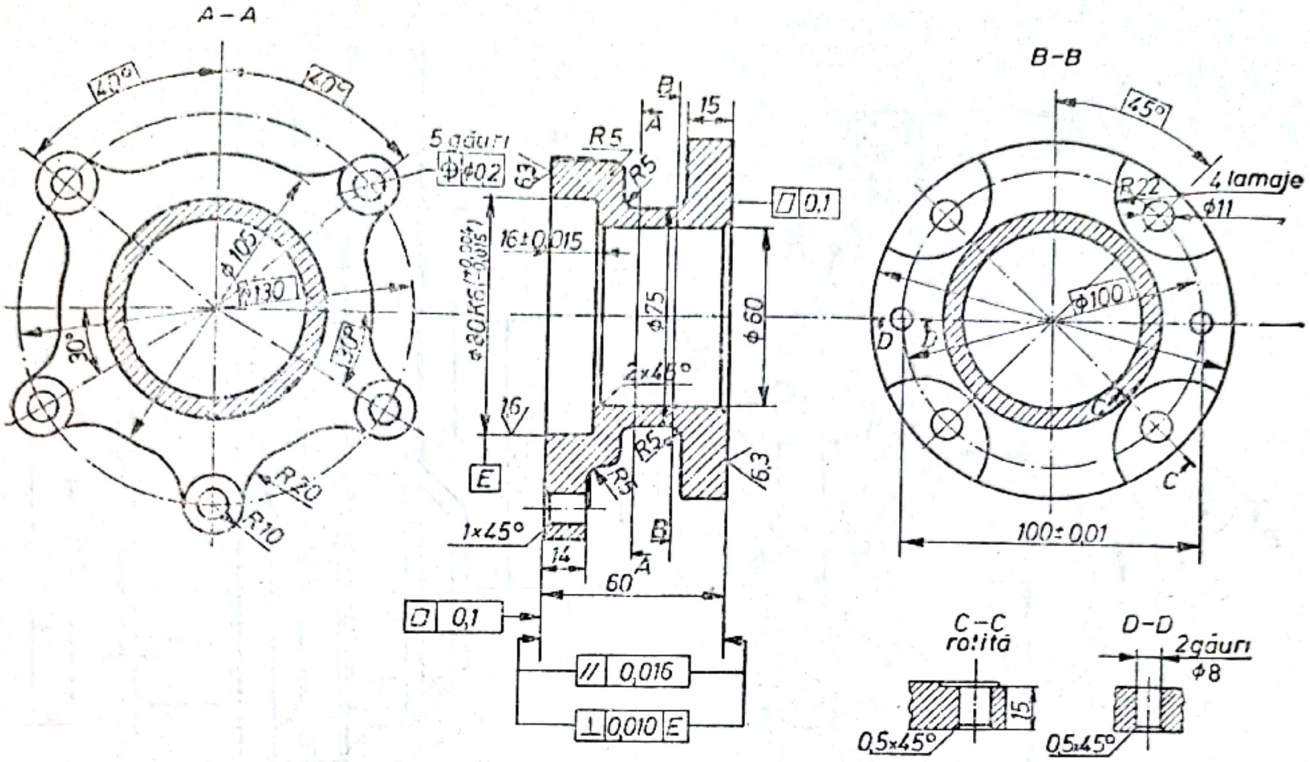


Fig. 14.31

În vederea din planul vertical sînt reprezentate 6 găuri ∅ 30 cu rol de a micşora greutatea roţii. Ca bază de referinţă *B* la înscrierea toleranţelor de poziţie s-a ales axa de simetrie a piesei. Fiind o piesă turnată, în cadrul condiţiilor tehnice s-a indicat clasa de precizie mijlocie pentru execuţie, conform STAS 2300-75.

10. Să se reprezinte desenul de execuţie al unei carcase intermediare, turnată din ATN Si10Mg STAS 201/2-71.

Rezolvare. Desenul de execuţie al carcasei intermediare este reprezentat în figura 14.31, la scara 1 : 1, în trei proiecţii (secţiune în planul vertical, secţiunea *B—B* în planul lateral dreapta şi secţiunea *A—A* în planul lateral stînga) şi două secţiuni parţiale *C—C* şi *D—D* rotite. Metoda de cotare utilizată este cotarea tehnologică cu bazele de referinţă feţele laterale ale carcasei. La aceste feţe laterale au fost indicate şi toleranţele de poziţie : la paralelism 0,016, la perpendicularitate 0,010 faţă de alezajul E (∅ 80 K6) şi toleranţa de formă la planitate 0,1 (v. tab. 14.7 şi 14.8). Pentru poziţiile celor 5 găuri de fixare ∅ 11 sînt indicate cotele încadrate de 40° şi toleranţa la poziţia nominală ∅ 0,2, ele fiind situate pe diametrul de ∅ 130. Aceleaşi indicaţii pentru cele 4 găuri ∅ 11 cu lamajele *R*22.

11. Să se reprezinte desenul de ansamblu al corpului multiplicator de la o cutie de transmisie.

Rezolvare. În figura 14.32 este reprezentat desenul de execuţie pentru ansamblul multiplicator, în două proiecţii, la scara 1 : 1. Corpul *1* este asam-

Scanned with OKEN Scanner

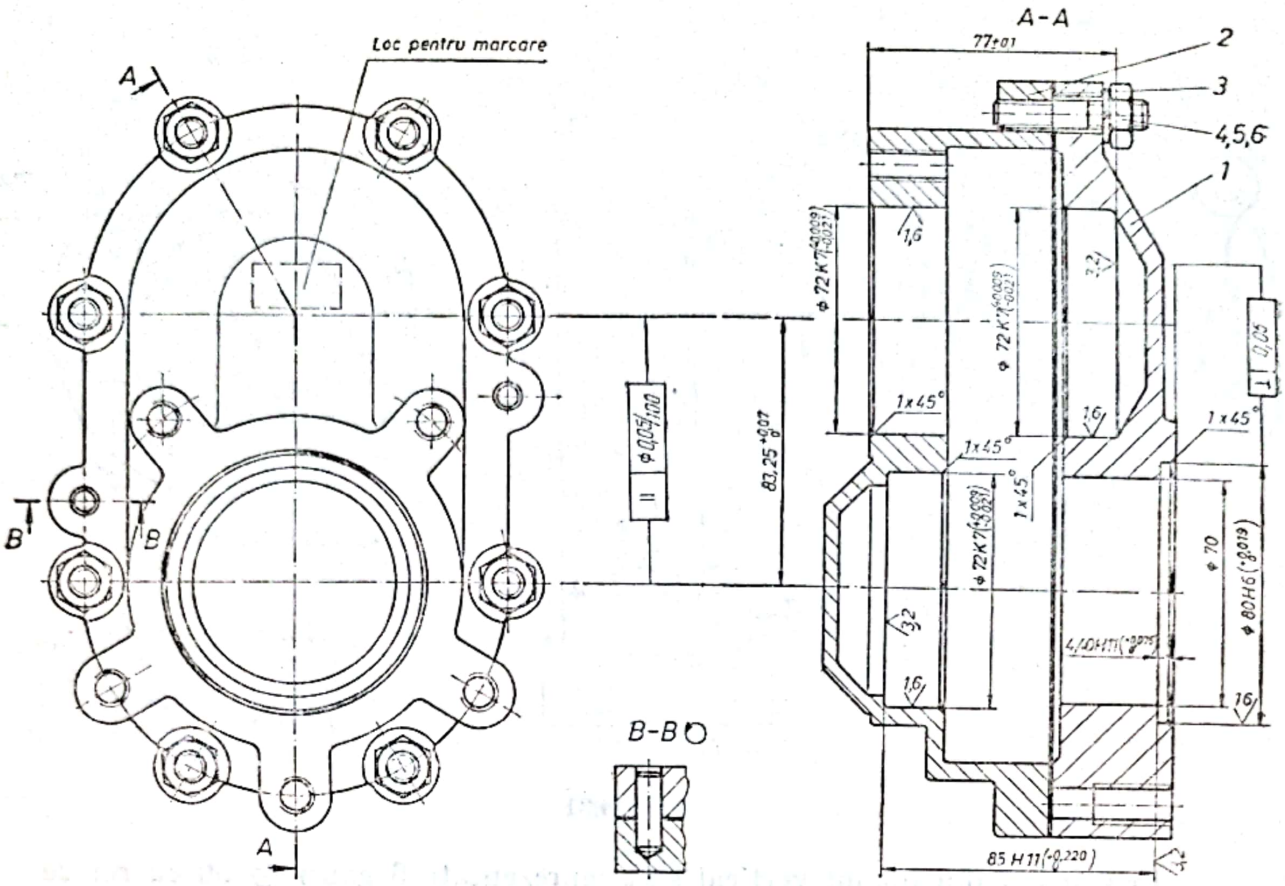


Fig. 14.32

blat cu capacul *2* şi garnitura *3* cu prezoanele *4*, piuliţele hexagonale *5* şi şaibele Grower *6*. Centrarea capacului cu corpul este asigurată prin ştifturile de centrare *7* şi este reprezentată în secţiunea parţială *B*.

După cum se vede din figura 14.32, la executarea desenului de ansamblu s-a ţinut seama de indicarea toleranţelor de poziţie care trebuie realizate la montaj (toleranţa la paralelism ∅ 0,05/100 ; toleranţa la perpendicularitate 0,05 a alezajului ∅ 72 *K7* faţă de suprafaţa lui laterală stînga şi a alezajului ∅ 80 *H6* faţă de suprafaţa sa laterală dreaptă).

Se remarcă indicarea, în tabelul de componenţă, la rubrica „observaţii" a prescrierii anumitor condiţii tehnice pentru unele repere.

12. Să se reprezinte desenele de execuţie pentru ansamblul bielei unui autocamion.

Soluţie. În figura 14.33 este reprezentat ansamblul bielei unui autocamion, în două proiecţii. Corpul *1* al bielei este asamblat cu capacul *2* prin intermediul şuruburilor cu cap ciocan *4*, al piuliţelor hexagonale *5* şi al contrapiuliţelor hexagonale *6*. În corpul bielei este montat cuzinetul *3*.

Desenul de ansamblu al bielei cuprinde indicaţii de montaj, ca, de exemplu, prelucrarea găurii ∅ 5, după presarea cuzinetului *3* şi înainte de finisarea găurii ∅ 20 H6, sau indicaţii pentru ajustarea greutăţii necesare pentru echilibrare şi pentru toleranţele de poziţie.

Scanned with OKEN Scanner

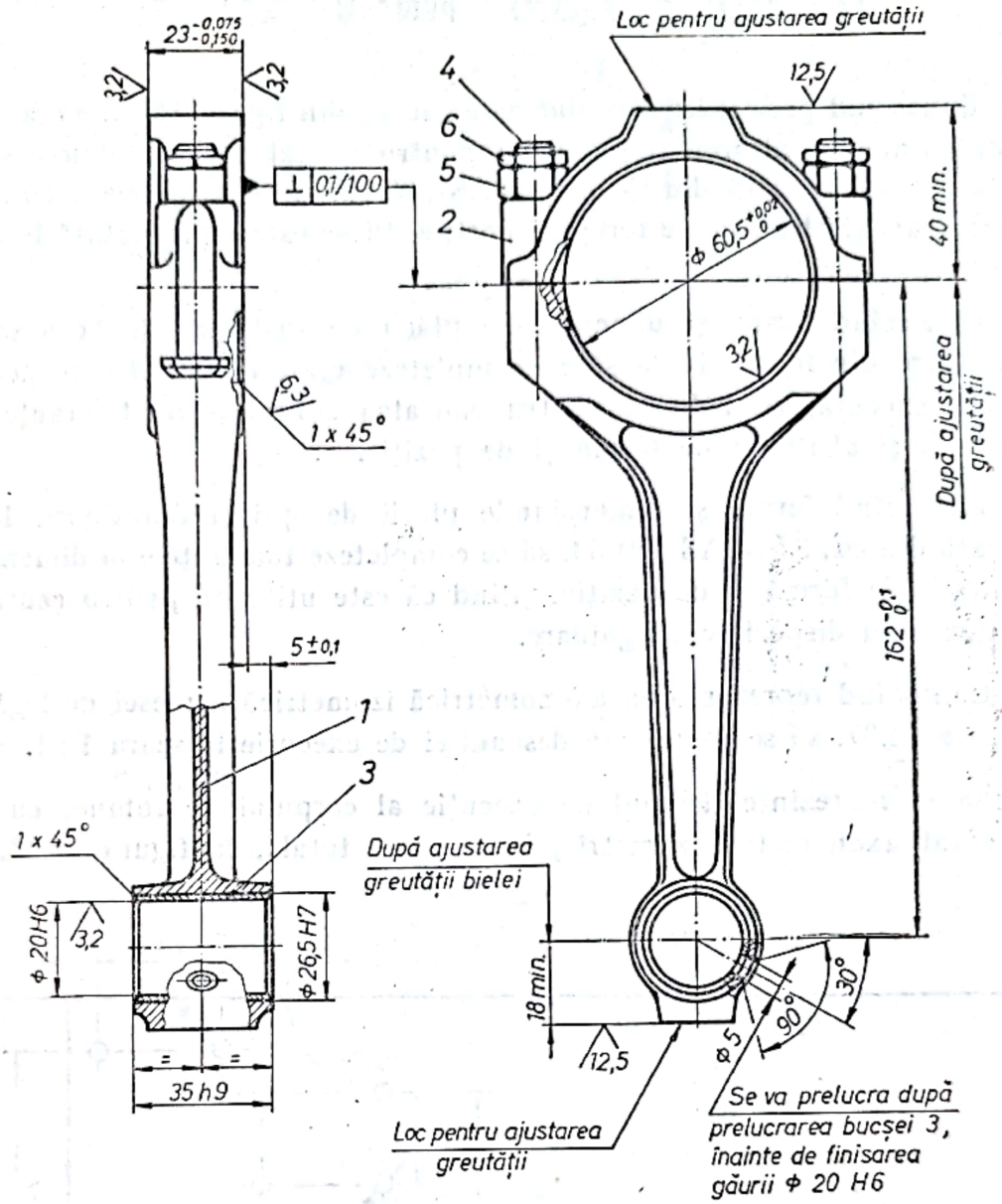


Fig. 14.33

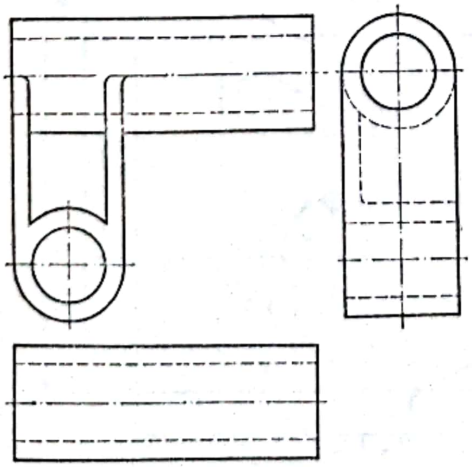


Fig. 14.34

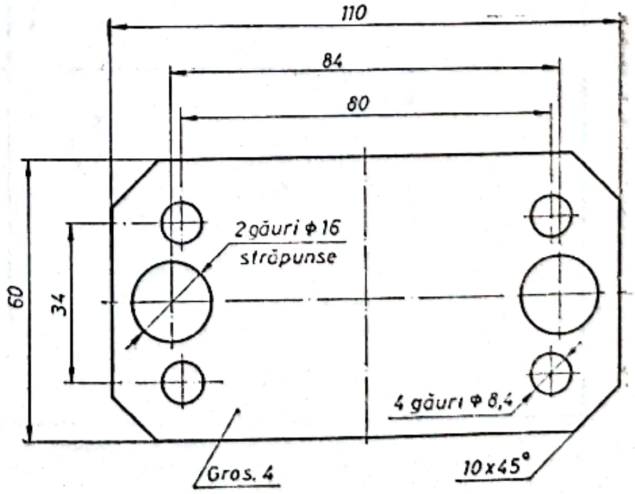


Fig. 14.35

14.4. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Cunoscînd proiecțiile corpului de legătură din figura 14.34, să se completeze cotarea, indicarea simbolurilor pentru calitatea suprafețelor, știind că este o piesă turnată din Fc 200 STAS 568-75, și să se indice toleranțele la dimensiuni și abaterile de formă și poziție. Piesa este reprezentată la scara 1 : 1.

2. Cunoscînd forma și dimensiunile plăcii de susținere de la o ștanță de decupare din figura 14.35 să se completeze materialul din care aceasta se poate executa, simbolurile pentru calitatea suprafețelor, toleranțele la dimensiuni și abaterile de formă și de poziție.

3. Cunoscînd forma și dimensiunile plăcii de sprijin din figura 14.36, executată din OL 37 STAS 500-63, să se completeze toleranțele la dimensiuni și abaterile de formă și de poziție, știind că este utilizată pentru centrarea și fixarea unui dispozitiv de ghidare.

4. Cunoscînd reprezentarea axonometrică izometrică a piesei de legătură din figura 14.37, să se reprezinte desenul ei de execuție la scara 1 : 1.

5. Să se reprezinte desenul de execuție al corpului de robinet cu cep, reprezentat axonometric izometric, în secțiune totală, în figura 14.38.

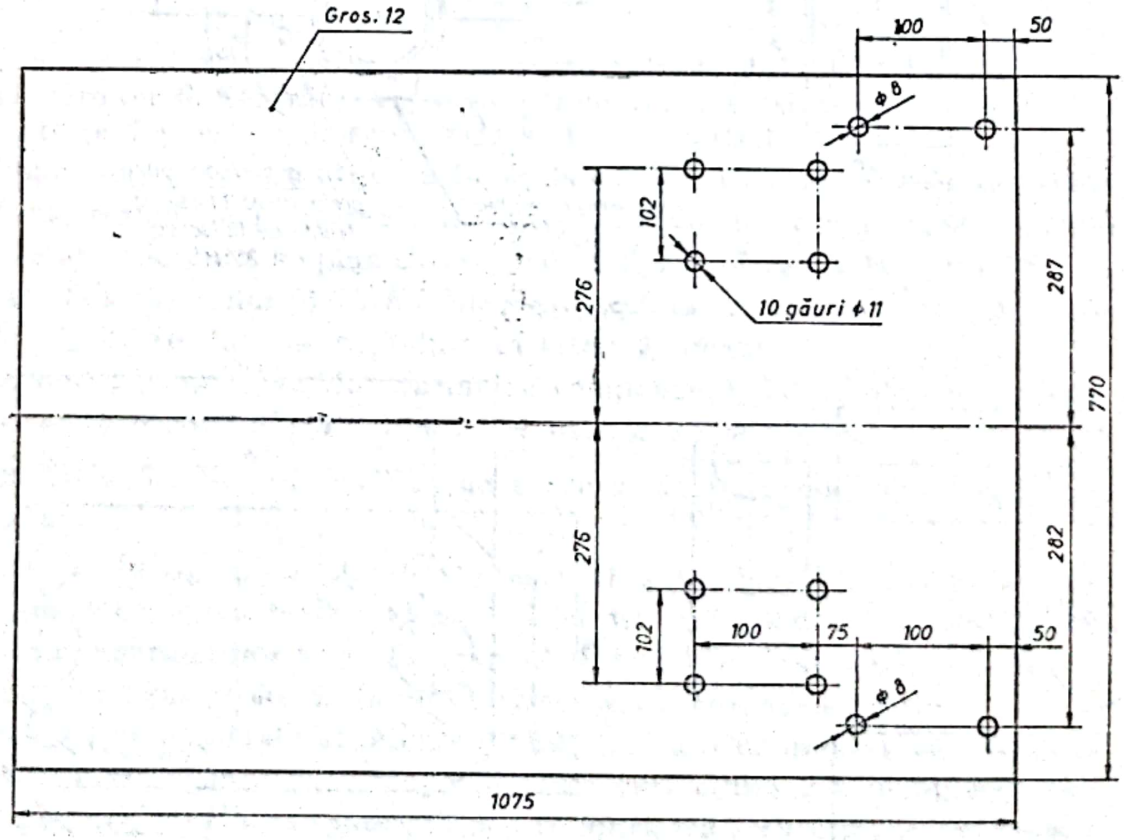


Fig. 14.36

Scanned with OKEN Scanner

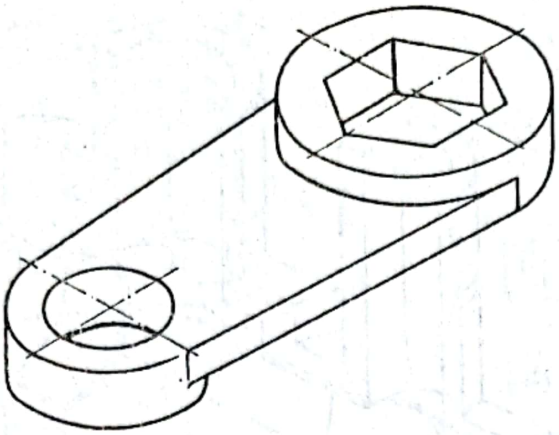


Fig. 14.37

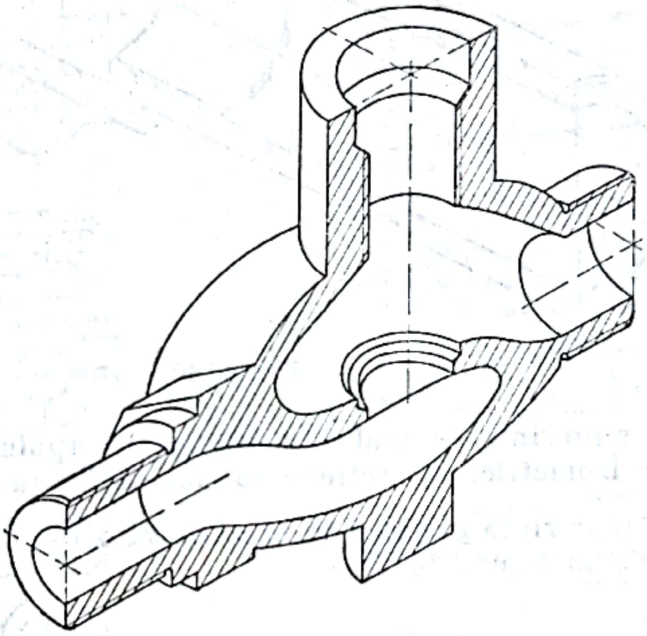


Fig. 14.38

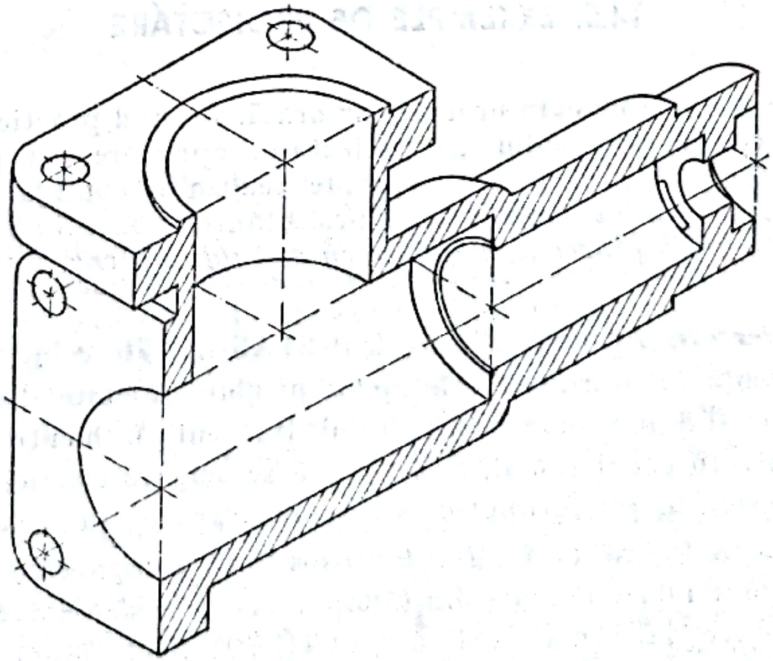


Fig. 14.39

Scanned with OKEN Scanner

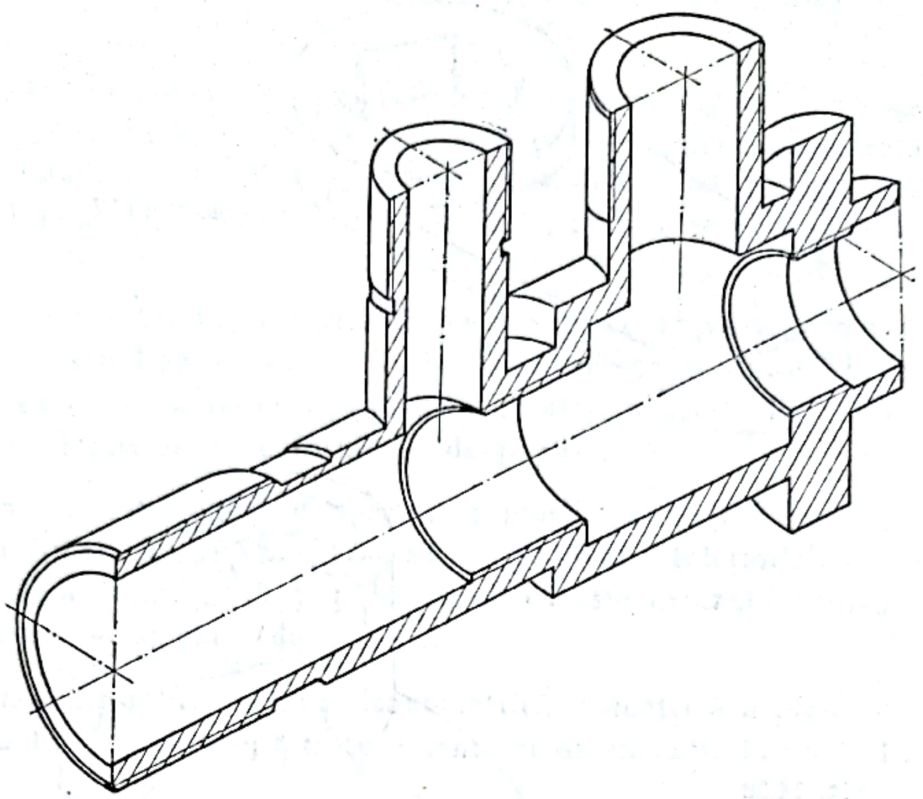


Fig. 14.40

6. Să se reprezinte desenul de execuţie al corpului hidraulic, reprezentat axonometric izometric, în secţiune totală, în figura 14.39.

7. Să se reprezinte desenul de execuţie al corpului reprezentat axonometric izometric în figura 14.40.

14.5. EXXEMPLE DE PROIECTARE

În cele două exemple care urmează se arată, în mod practic, cum trebuie aplicate, în cadrul procesului de proiectare, aprecierea şi perfecţionarea aspectului estetic al unei piese. Se poate realiza o configuraţie frumoasă şi tehnologică a pieselor, numai dacă proiectantul poate îmbina *înţelegerea şi rezolvarea corectă a problemelor tehnice cu dorinţa de a crea un aspect exterior frumos.*

Să se proiecteze o pîrghie din Fc 200 STAS 568-76 avînd dimensiunile : 100 mm distanţă între centrele alezajelor pîrghiei, 20 mm diametrul alezajului butucului şi 8 mm diametrul bolţului. Butucul pîrghiei trebuia proiectat despicat printr-un canal radial, astfel ca să se asigure elasticitatea necesară pentru strîngerea lui cu şurubul de strîngere prevăzut în acest scop.

Rezolvare. În figura 14.41, *a*...*k* se prezintă comparativ soluţiile date. Schiţa din figura 14.41, *a* şi cea din figura 14.41, *b* se deosebesc fundamental între ele, deoarece la forma din figura 14.41, *a* se poate observa o rezolvare mai corectă, în comparaţie cu cea din figura 14.41, *b*. Pîrghia proiectată

Scanned with OKEN Scanner

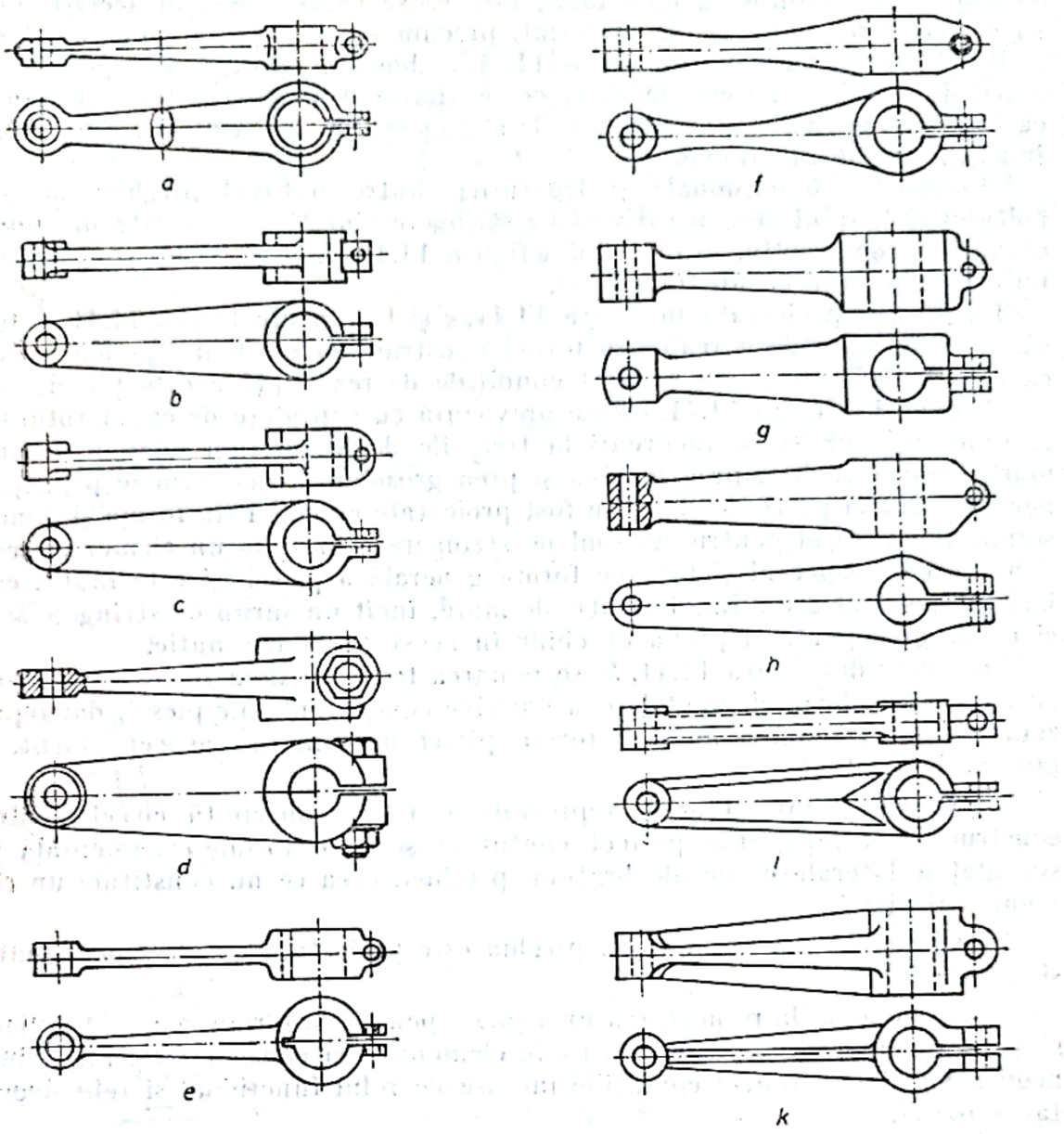


Fig. 14.41

în figura 14.41, *a* prezintă, atît la butuc cît și la bosajul bolțului, forme bine rotunjite și bine întărite. Aceste forme constructive pot contribui la realizarea economiei de material ; ele sînt corecte și se comportă bine din punctul de vedere al transmiterii forțelor în interiorul butucului, cum și din punctul de vedere al evitării efectului de crestătură. Secțiunea brațului pîrghiei este totuși prea îngustă în partea ei superioară și deci insuficient dimensionată ; de asemenea, bosajul pentru șurubul de strîngere al butucului este insuficient dimensionat. Din cauza acestor două deficiențe, la pîrghia din figura 14.41, *a* nu s-a putut obține un aspect general unitar și cu adevărat estetic.

În schița din figura 14.41, *b*, butucul și bosajul bolțului sînt constituite din cilindri tubulari cu pereții exteriori drepți. Brațul pîrghiei are suprafețele drepte și cu muchii ascuțite, ca și bosajul pentru șurubul de strîngere. La forma proiectată în figura 14.41, *b* s-a ținut seama numai de funcțiile elementelor constructive componente ale pîrghiei și s-a urmărit numai o

execuţie foarte simplă a modelului, fără să se caute, însă, în acelaşi timp, să se realizeze economie de material, precum şi un aspect plăcut al piesei.

La forma proiectată în figura 14.41, *c*, bosajul semicilindric pentru şurubul de strîngere nu este legat corect cu butucul pîrghiei şi nu corespunde, ca formă constructivă, cu şurubul de strîngere ; de aceea el nici nu-şi poate îndeplini rolul funcţional.

Proporţiile dimensionale şi legăturile dintre butucul pîrghiei, bosajul bolţului şi bosajul pentru şurubul de strîngere sînt bine rezolvate din punct de vedere constructiv, la forma din figura 14.41, *d*, însă forma constructivă nu este elaborată ca un tot unitar.

La pîrghia proiectată în figura 14.41, *e* şi la cea din figura 14.41, *f*, tendinţa unilaterală de a realiza o formă constructivă cît mai estetică a avut ca urmare faptul că s-au neglijat condiţiile de rezistenţă cerute piesei.

Pîrghia din figura 14.41, *g* este prevăzută cu suprafeţe de capăt rotunjite în exterior, cum şi cu racordări la trecerile de la secţiuni mici la secţiuni mari. Piesa este însă prea masivă şi prea grosolană, căci formele principale pentru cele trei părţi ale ei nu au fost proiectate corect. Prin forma şi dimensiunile lui, bosajul pentru şurubul de strîngere constituie un element discordant faţă de aspectul şi faţă de forma generală a piesei, şi este inutil, căci bosajul despicat are o lungime atît de mare, încît un şurub de strîngere suficient de gros poate fi prevăzut chiar în acest bosaj prismatic.

La schiţa din figura 14.41, *h*, se remarcă tendinţa de a realiza o legătură cu treceri line între elementele constructive componente ale piesei, dar reprezentarea nu este concludentă, forma piesei neavînd un aspect plăcut, ci mai mult confuz.

Schiţa din figura 14.41, *i* reprezintă o piesă concepută cu elementele constructive componente perfect conturate şi cu o formă ornamentală pe suprafeţele laterale plane ale braţului pîrghiei, ceea ce nu constituie un element util piesei.

În schiţa din figura 14.41, *k*, pîrghia este proiectată cu un aspect unitar şi estetic.

Se remarcă că, la proiectarea unei piese, pentru ca forma generală a piesei să prezinte un aspect plăcut, în toate elementele ei constructive, nu trebuie neglijate nici una dintre condiţiile impuse de rolul funcţional şi tehnologicitatea piesei.

2. Să se proiecteze, la scara 1 : 1, corpul unui lagăr din FcX 300 STAS 568-76. Se cunosc : înălţimea lagărului, de la suprafaţa de bază pentru montare pînă la axa alezajului, de 100 mm ; diametrul alezajului de 30 mm şi lungimea alezajului de 40 mm. Pentru montarea lagărului, se vor prevedea două şuruburi M 10. Toate celelalte dimensiuni se vor stabili de către proiectant, în funcţie de diametrul axului şi de diametrul şuruburilor.

Rezolvare. În figura 14.42, *a*...*p* se prezintă mai multe soluţii pentru proiectarea corpului de lagăr turnat din FcX 300 STAS 568-75. Din studiul schiţelor prezentate se vede că proiectarea formei corpului de lagăr s-a bazat, în foarte mare măsură, pe modele de piese similare existente.

În schiţa din figura 14.42, *a* se foloseşte experienţa în domeniul construcţiilor uşoare. Pentru această construcţie, se poate presupune următorul proces de concepţie : lagărul trebuie să fie bine fixat lateral, pentru a nu se răsturna. Proiectantul adoptă soluţia de a sprijini lagărul pe patru picioare.

Pentru cele patru picioare, nu a utilizat coloane drepte din cauză că s-a ferit de o soluţie netehnică şi totodată din cauza inesteticii acestei forme

Scanned with OKEN Scanner

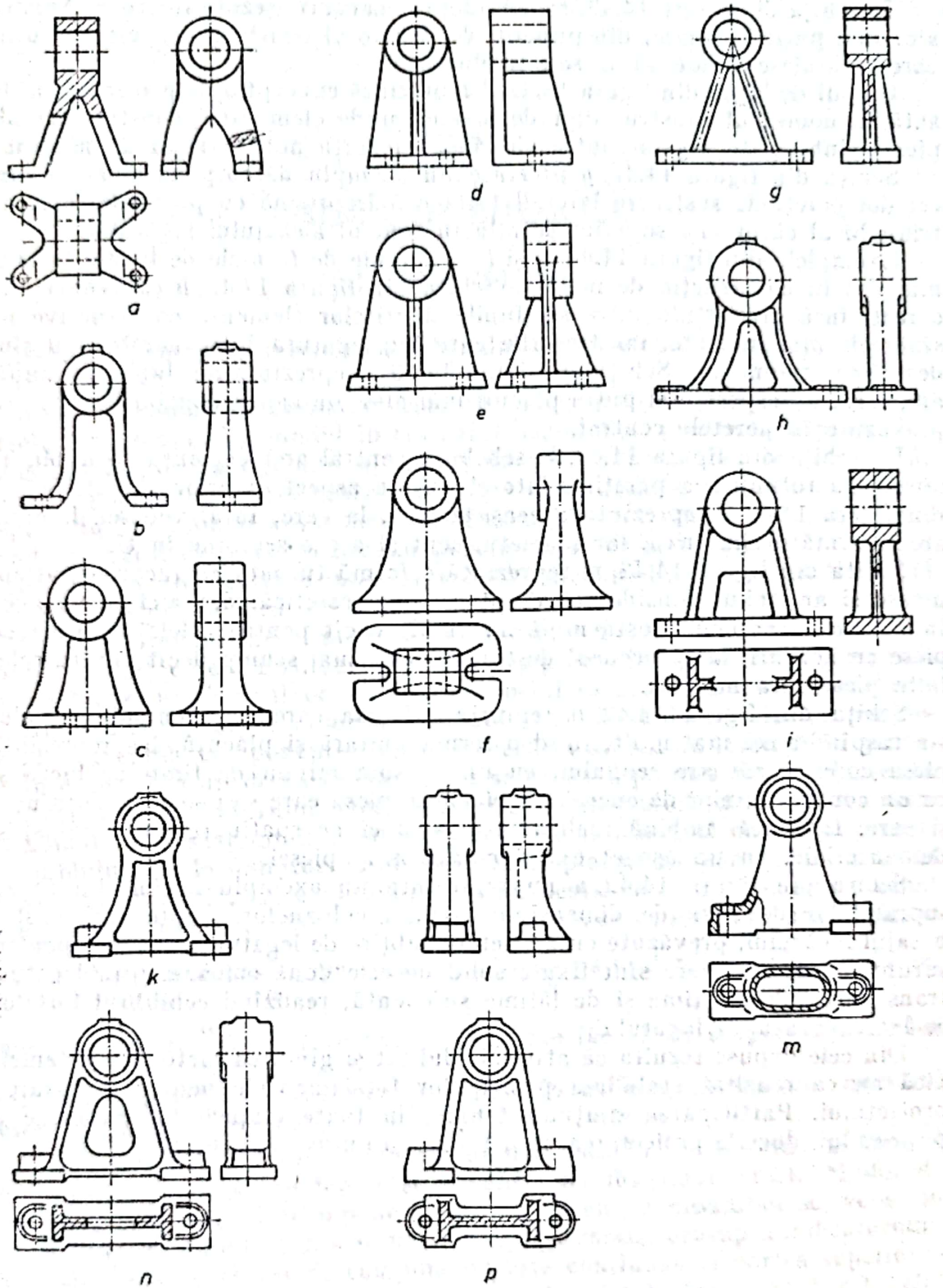


Fig. 14.42

constructive. Suprimarea plăcii de bază continue a lagărului dovedește preocuparea pentru a realiza economie de material.

Schițele din figura 14.42, *b* și din figura 14.42, *c* au fost elaborate pentru piese utilizate în construcția de vagoane de cale ferată.

Corpul de lagăr din figurile 14.42, *d* poate fi realizat din elemente simple, asamblate prin sudare.

Scanned with OKEN Scanner

În schiţa din figura 14.42, *e* s-au adoptat nervuri aşezate în cruce. Acestea sînt mai puţin indicate, din punctul de vedere al rezistenţei, decît nervurile care alcătuiesc forme în U sau în dublu T.

Corpul de lagăr din figura 14.42, *f* reprezintă concepţia de proiectare utilizată în domeniul construcţiilor de maşini, unde elementele constructive ale piesei sînt legate organic între ele, însă prezintă multă risipă de material.

Schiţa din figura 14.42, *g* prezintă un exemplu de corp de lagăr la care cei doi pereţi de susţinere laterali formează împreună cu placa de bază un triunghi al cărui vîrf superior se află în centrul alezajului lagărului.

Exemplele din figura 14.42, *h* şi *i* se apropie de formele de lagăre folosite mai des în construcţia de maşini. Schiţa din figura 14.42, *h* este concepută corect, însă proporţiile între secţiunile diferitelor elemente constructive nu sînt cele mai indicate, iar trecerile care fac legătura între acestea nu sînt destul de armonioase. Schiţa din figura 14.42, *i* reprezintă o soluţie mai bună, are, însă, un aspect mai puţin plăcut, mai ales din cauza degajării cu colţuri prevăzute în peretele central.

La schiţa din figura 14.42, *k*, scheletul central are secţiunea în dublu T, iar forma rotunjită a pereţilor laterali dă un aspect exterior plăcut. Schiţa din figura 14.42, *l* reprezintă aceeaşi soluţie, la care, însă, vederea laterală are o formă nesimetrică, iar scheletul central are o secţiune în U.

Schiţa din figura 14.42, *m* reprezintă o formă turnată cu racordări armonioase şi ar trebui considerată drept cea mai estetică, dar aici se va avea în vedere că modelul costă mult mai mult decît pentru celelalte forme de piese cu nervuri, iar procedeul de turnare este mai scump decît pentru celelalte piese fără miezuri.

Schiţa din figura 14.42, *n* reprezintă forma care în decursul timpului s-a răspîndit cel mai mult, fiind o formă unitară şi plăcută. Ea reprezintă piesa corespunzătoare scopului, cu un consum minim de timp de lucru şi cu un consum minim de energie, deci este o piesă care se poate executa uşor şi care, totodată, îmbină realizarea economiei de spaţiu (gabarit redus) şi de materiale, cu un aspect exterior frumos al piesei.

Schiţa din figura 14.42, *p* nu reprezintă un exemplu optim din cauza suprafeţelor de bază de dimensiuni mici, a coloanelor drepte care susţin bosajul lagărului, prevăzute cu un perete subţire de legătură. Bosajele pentru şuruburile de strîngere sînt fixate solid de cele două coloane, prin legături transversale de înălţime şi de lăţime suficientă, realizînd echilibrul forţelor ce lucrează asupra lagărului.

Din cele expuse rezultă că atît calculul cît şi gîndirea metodică şi temeinică au ca rezultat stabilirea principiilor fundamentale pentru elaborarea proiectului. Participarea simţului tehnic, în toate etapele de elaborare a proiectului, duce la proiectarea unor forme cu un aspect armonios.

Scanned with OKEN Scanner

15

DESENUL DE ANSAMBLU

15.1. GENERALITĂȚI

Regulile pentru reprezentarea desenului de ansamblu sînt stabilite prin STAS 6134-76.

Rolul desenului de ansamblu este să redea poziția reciprocă a tuturor pieselor componente și modul în care sînt asamblate, pentru a se putea înțelege modul de funcționare al ansamblului. Un ansamblu se reprezintă, deci, în poziția de funcționare, cu toate elementele componente (repere) dispuse în locul unde vor funcționa. Desenul de ansamblu trebuie să cuprindă numărul de proiecții necesar pentru definirea clară a poziției relative a tuturor pieselor componente, în scopul înțelegerii rolului funcțional al acestora și a poziționării lor în desen.

Un ansamblu complex poate fi format din mai multe ansambluri de ordin inferior, care, la rîndul lor, sînt compuse din piese simple (repere). În acest caz, pe desenul de ansamblu general se poziționează ansamblurile de ordin inferior, iar pe desenele ansamblurilor de ordin inferior se poziționează elementele componente (reperele) fiecărui ansamblu inferior în parte.

În cazul cînd un desen de ansamblu se execută pe mai multe planșe, în căsuța (10) a indicatorului, rezervată scrierii numărului planșei, se va scrie un număr fracționar, unde la numărător se trece numărul curent al planșei ansamblului, iar la numitor numărul total de planșe din care este constituit ansamblul respectiv. De exemplu : dacă un desen de ansamblu este desenat pe n planșe, atunci, în căsuța (10) a indicatorului, se va scrie : pe prima planșă $\frac{1}{n}$, pe planșa a doua $\frac{2}{n}$; pe planșa a treia $\frac{3}{n}$ ș.a.m.d. pînă la ultima planșă, unde se va csrie $\frac{n}{n}$. Această numerotare este făcută în scopul identificării mai ușoare a tuturor planșelor care aparțin aceluiași ansamblu, numărul desenului nefiind suficient.

Toate elementele componente ale unui ansamblu se înscriu în tabelul de componență care are forma și dimensiunile din figura 15.1. Modul de așezare al tabelului de componență pe un desen de ansamblu se vede în figura 15.2 ; în figura 15.2, *a* se vede poziția normală, deasupra indicatorului, în figura 15.2, *b* tabelul de componență este continuat în partea superioară a formatului, fără a repeta titlurile coloanelor, iar în figura 15.2, *c* tabelul de componență este continuat în stînga indicatorului, cu repetarea titlurilor coloanelor și așezat la 10 mm distanță față de indicator.

În cazul desenelor de ansamblu cu un număr mare de repere, tabelul de componență poate fi executat pe formate A4 separate, iar pe planșele desenului de ansamblu se trasează numai indicatorul (v. fig. 15.54).

Scanned with OKEN Scanner

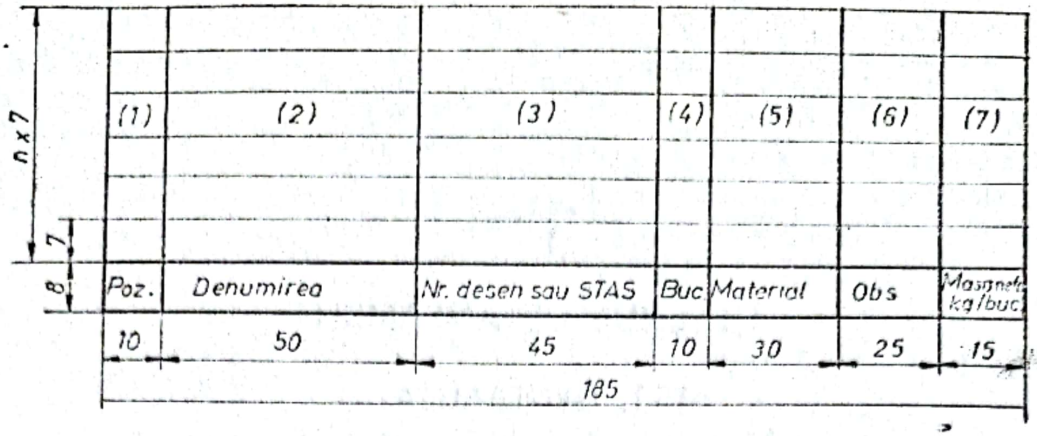


Fig. 15.1

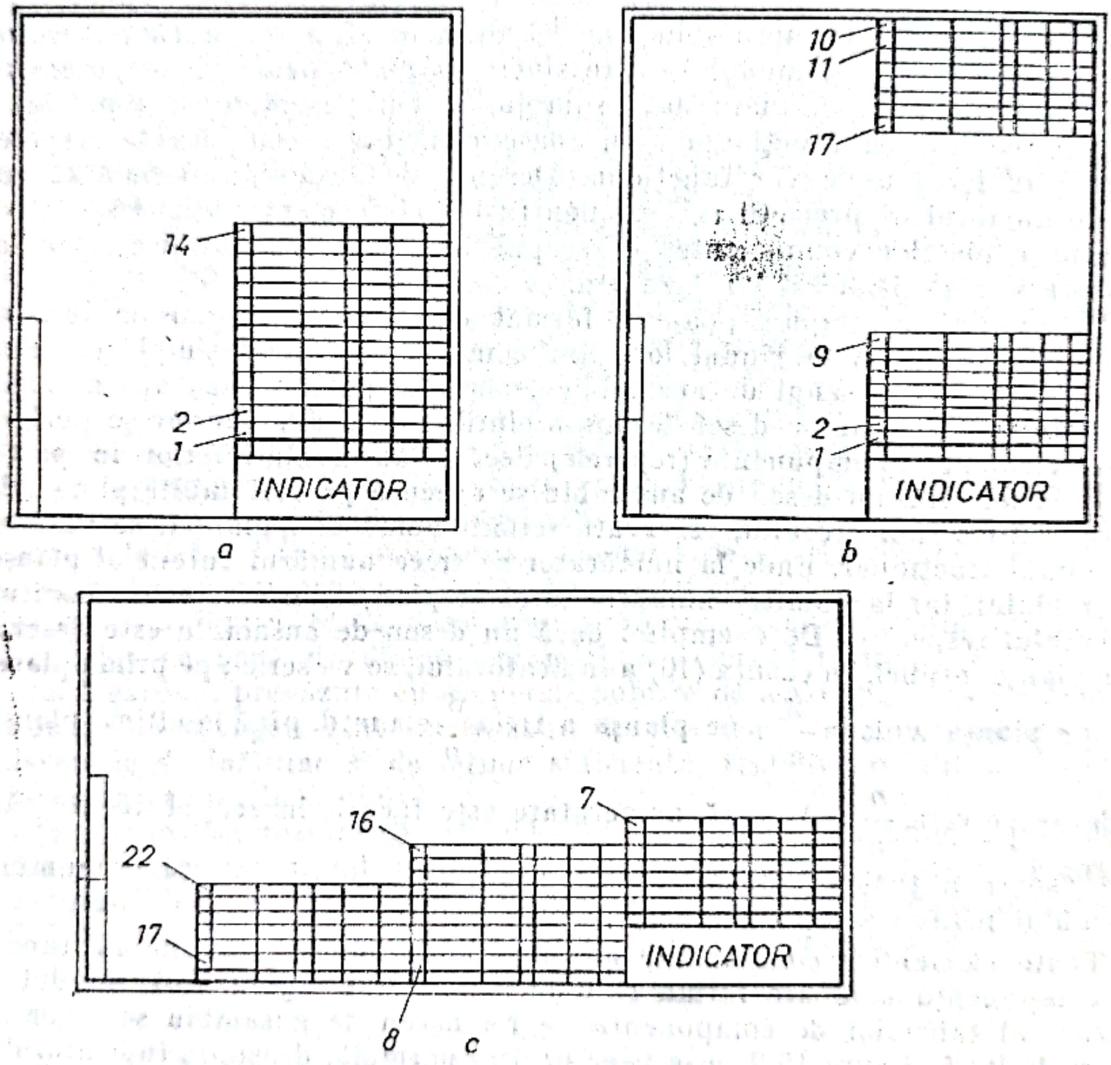


Fig. 15.2

La efectuarea desenelor de execuţie ale reperelor unui ansamblu, se utilizează indicatorul conform STAS 272-77 (fig. 15.3) cu împărţirea căsuţei (*4*) în două compartimente, conform figurii 15.4. În compartimentul *1* al căsuţei (*4*) se scrie denumirea reperului executat cu majuscule şi nearticulat, iar în

Scanned with OKEN Scanner

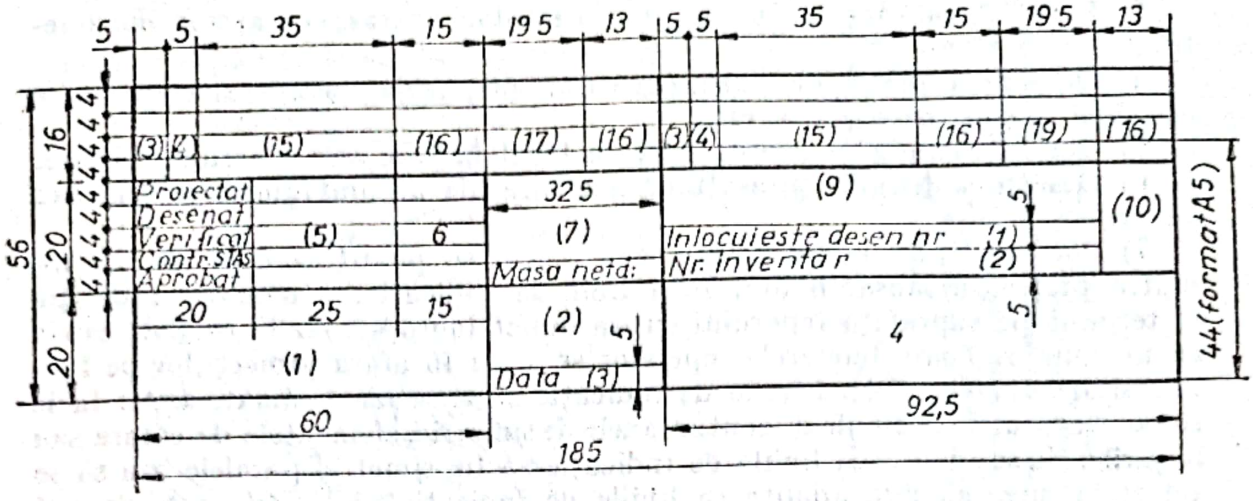


Fig. 15.3

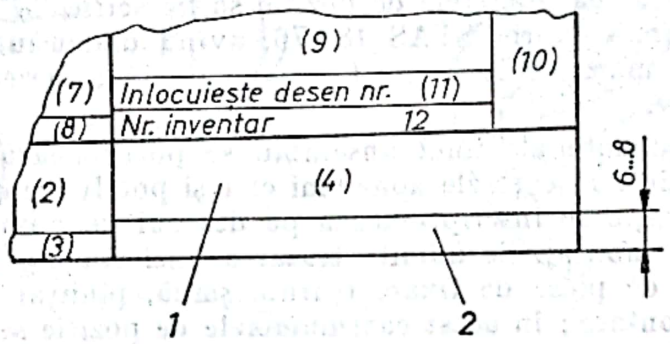


Fig. 15.4

compartimentul *2* denumirea ansamblului, din care face parte reperul executat, cu minuscule.

Se recomandă pentru poziționarea reperelor unui ansamblu ordinea de montaj a acestora.

15.2. SUCCESIUNEA ETAPELOR DE EXECUTARE A DESENULUI DE ANSAMBLU

Etapele pentru executarea unui desen de ansamblu sînt :

1) Studiul ansamblului, care constă din :

— stabilirea rolului funcțional și a poziției de reprezentare a ansamblului ;

— stabilirea funcțiilor, a pozițiilor reciproce și a posibilităților de montaj ale pieselor componente sau ale ansamblurilor de ordin inferior din care este constituit ansamblul general ;

— stabilirea numărului de proiecții necesar pentru înțelegerea funcționării ansamblului.

2) Alegerea formatului de desen, în funcție de :

— mărimea ansamblului ;

— gradul de complexitate ;

— numărul de proiecții necesar ;

— spațiul necesar indicatorului și tabelului de componență.

Scanned with OKEN Scanner

3) Delimitarea spațiilor necesare proiecțiilor și trasarea axelor de simetrie.

4) Desenarea piesei de bază (carcasă, piesă de susținere, construcție metalică de susținere, batiu etc.).

5) Desenarea pieselor componente în locul în care vor funcționa fiecare.

6) Desenarea tuturor proiecțiilor necesare ale ansamblului (secțiuni sau vederi).

7) Poziționarea pieselor componente, care se poate executa pe oricare dintre proiecțiile ansamblului, prin linii de indicație. Liniile de indicație se termină pe suprafața reperului cu un punct îngroșat, iar la celălalt capăt cu un număr. Toate numerele reperelor se scriu în afara proiecțiilor pe linii orizontale sau verticale. Liniile de indicație se trasează înclinat, astfel încît să nu se confunde cu liniile de contur, axele de simetrie, elementele de cotare sau haşurile. Nu se admite ca liniile de indicație să fie simetric paralele sau să se întretaie între ele ; se admite ca liniile de indicație să fie frînte o singură dată.

Este de preferat ca numerele de poziție să fie scrise în afara conturului proiecției, cu cifre conform STAS 184-76, avînd dimensiunea nominală de 1,5...2 ori mai mare decît dimensiunea nominală a scrierii cotelor de pe desenul respectiv.

Piesele componente ale unui ansamblu se poziționează o singură dată pe desen, în poziția în care ele apar mai clar și pot fi identificate mai ușor. Numerele de poziție se inscripționează pe desenul de ansamblu în ordinea aproximativă de montaj. Se admite trasarea unei singure linii de indicație pentru un grup de piese de fixare (șurub, șaibă, piuliță) destinate pentru același loc de montare ; în acest caz, numerele de poziție se scriu la capătul liniei de indicație, în ordine crescîndă, pe un singur rînd orizontal și despărțite între ele prin virgule.

8) Cotarea desenului de ansamblu. Dimensiunile care se cotează pe un desen de ansamblu sînt :

— dimensiunile de gabarit, care se trasează și între suprafețe rotunde ; aceste dimensiuni sînt aproximative (v. fig. 15.12) ;

— dimensiunile de legătură cu piesele sau subansamblurile unde se va monta ansamblul desenat ;

— dimensiunile care se realizează la montaj ; pentru aceste dimensiuni se va nota și rugozitatea suprafețelor prelucrate la montaj ;

— pentru elementele care se deplasează în timpul funcționării, pozițiile extreme se cotează fie reprezentînd elementul în poziție deplasată (cu linie-două puncte subțire) și cotînd separat dimensiunile în cele două poziții extreme (v. fig. 15.12), fie reprezentînd elementul numai într-o singură poziție însă scriind peste linia de cotă respectivă ambele valori ale dimensiunii, însoțite eventual de o scurtă mențiune care explică poziția (v. fig. 15.11).

15.3. APLICAȚII REZOLVATE

1. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil, a cărui imagine axonometrică este reprezentată în figura 15.5, *a* și *b*.

Rezolvare. — Pentru executarea desenului de ansamblu din figura 15.5 se stabilește un număr de două proiecții : o secțiune totală în plan vertical

Scanned with OKEN Scanner

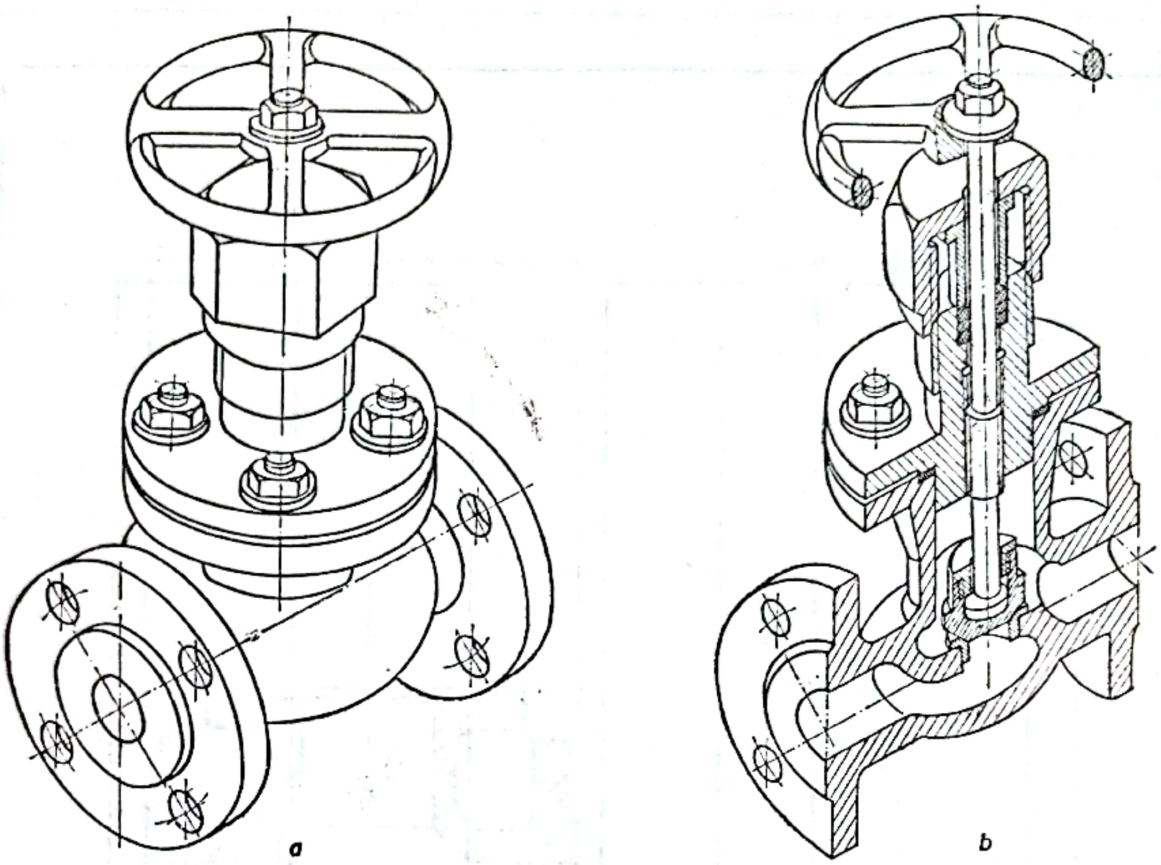


Fig. 15.5

și o vedere în plan lateral, ca fiind suficiente pentru înțelegerea funcționării ansamblului.

— Alegerea formatului hîrtiei de desen se face ținînd seama de dimensiunile ansamblului, de numărul de proiecții ales și de spațiul necesar indicatorului și tabelului de componență.

— Delimitarea spațiilor necesare proiecțiilor și trasarea axelor de simetrie se prezintă în figura 15.6.

— Reprezentarea piesei de bază este prezentată în figura 15.7.

— Reprezentarea pieselor componente în locul în care vor funcționa se prezintă în figurile 15.8 și 15.9.

— Reprezentarea secțiunii totale în plan vertical s-a efectuat în figura 15.10.

— Reprezentarea ambelor proiecții necesare pentru înțelegerea formei constructive și a modului de funcționare al ansamblului este executată în figura 15.11. Tot în figura 15.11 este executată poziționarea elementelor componente prin linii de indicație și numere de la 1 la 15, apoi este executată cotarea desenului de ansamblu prin trasarea cotelor de gabarit, a cotelor de legătură și a cotelor de funcționare. De asemenea, după trasarea indicatorului și a tabelului de componență, se completează pozițiile în tabelul de componență, urmărind titlurile coloanelor.

2. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu cep cu casetă de reglaj exterioară.

Scanned with OKEN Scanner

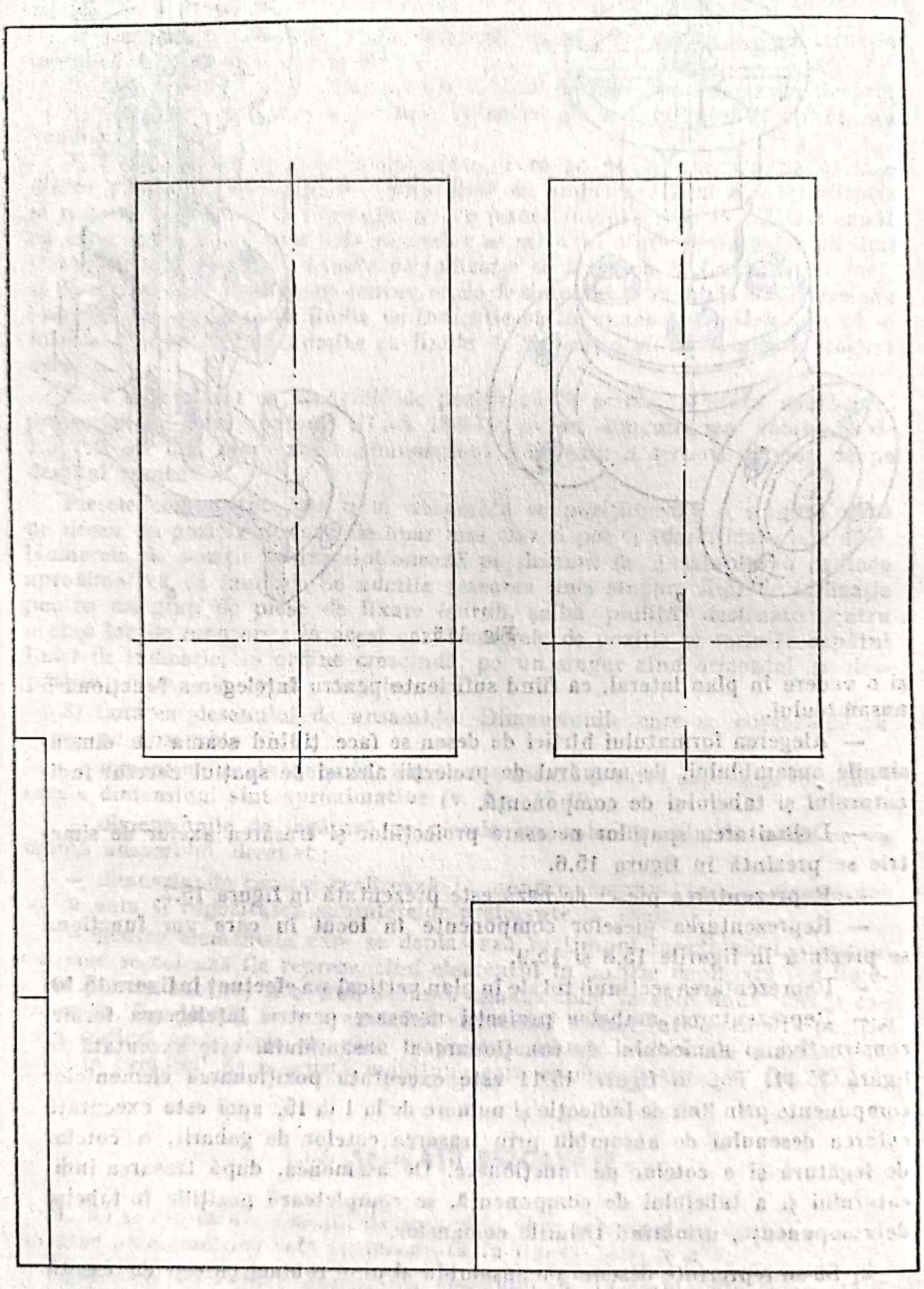


Fig. 15.6

Scanned with OKEN Scanner

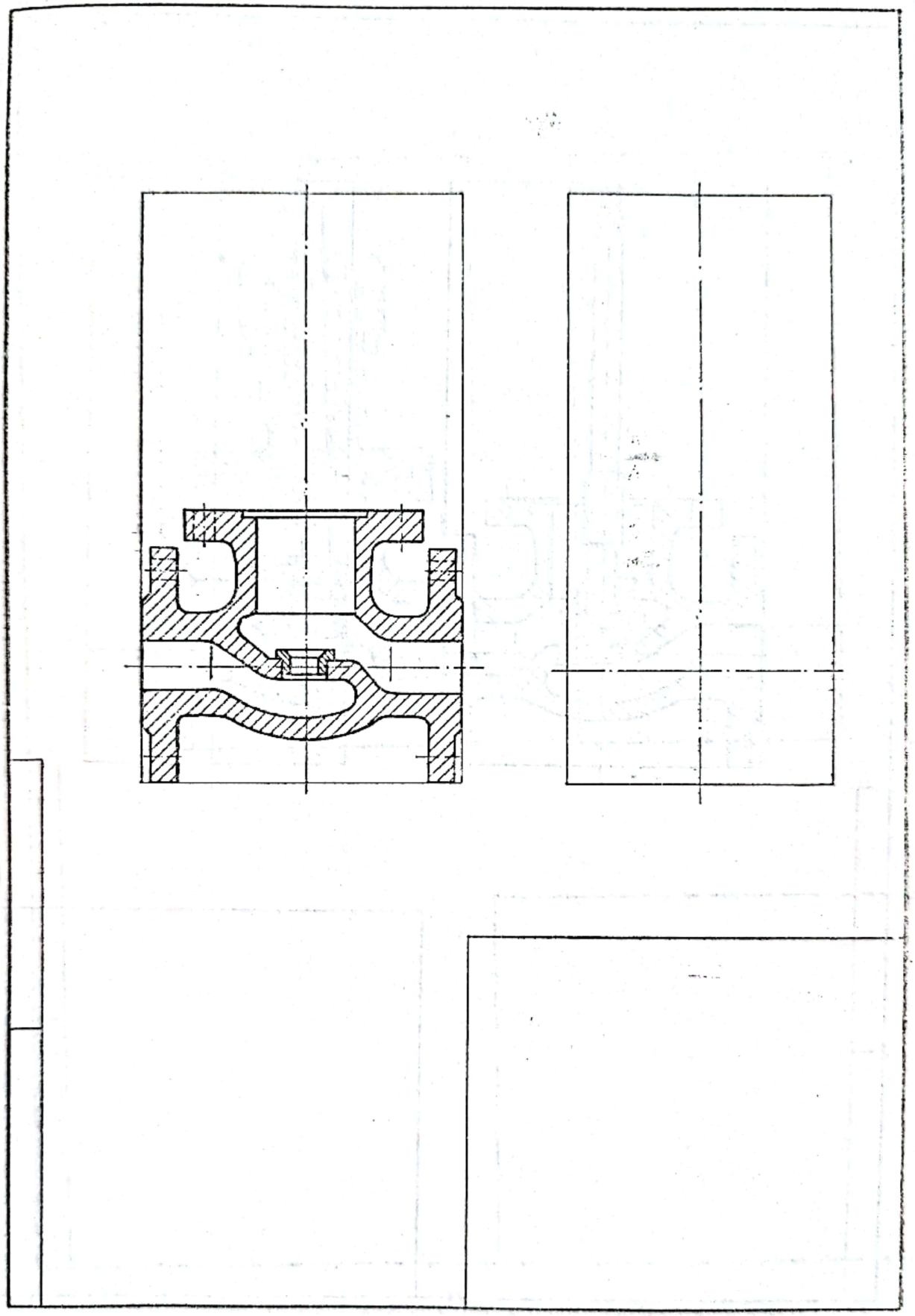


Fig. 15.7

Scanned with OKEN Scanner

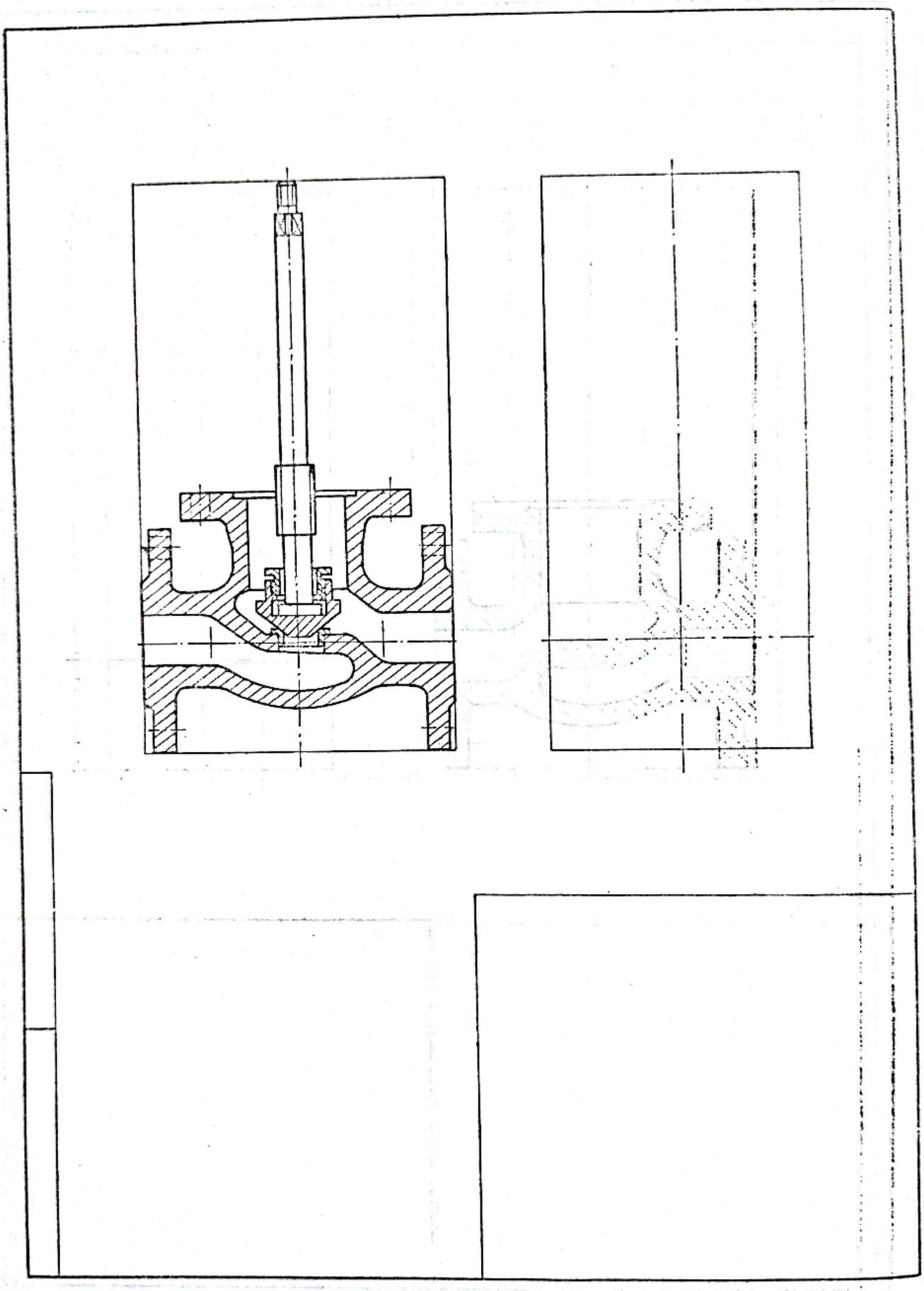


Fig. 15.8

Scanned with OKEN Scanner

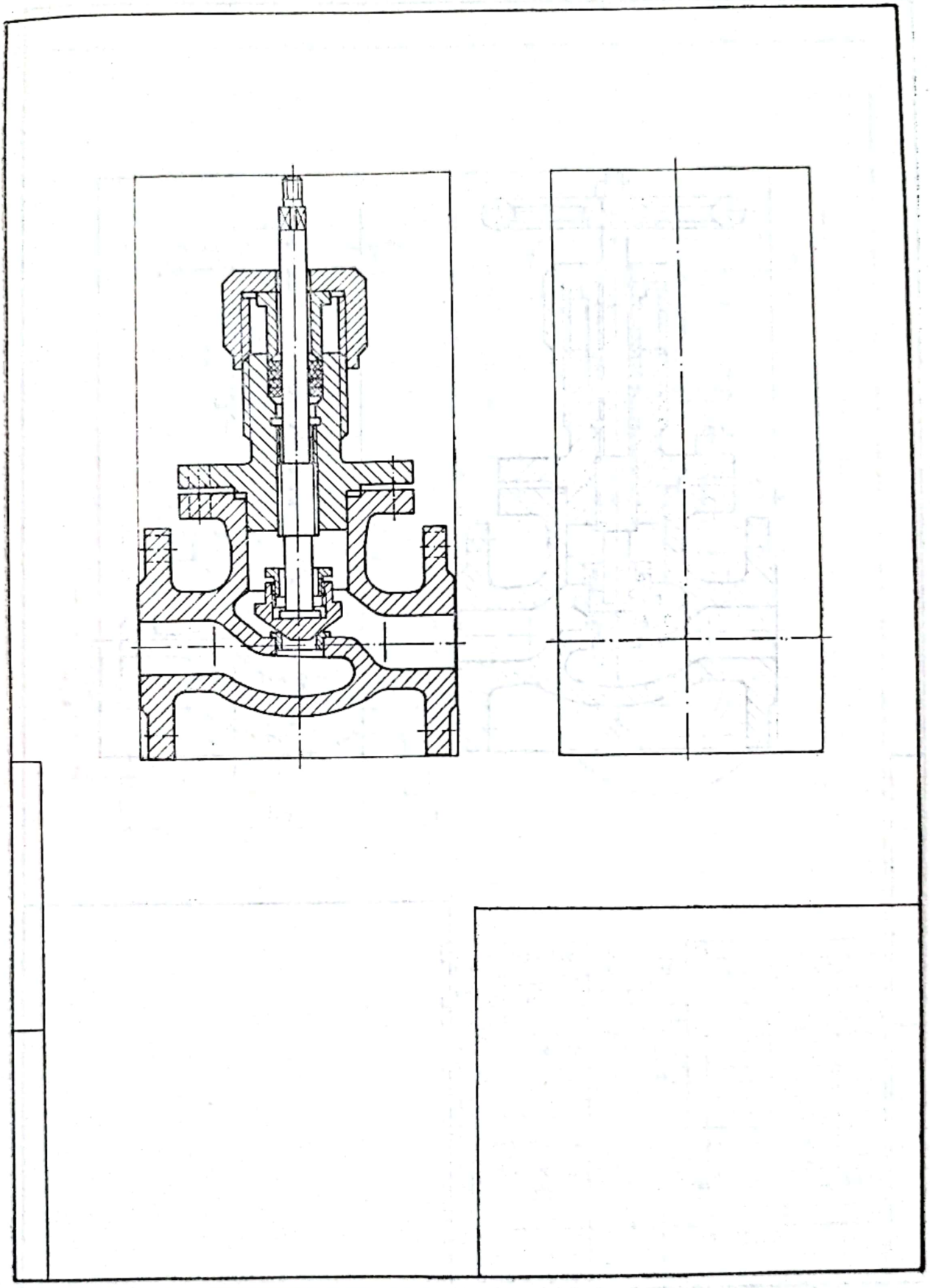


Fig. 15.9

Scanned with OKEN Scanner

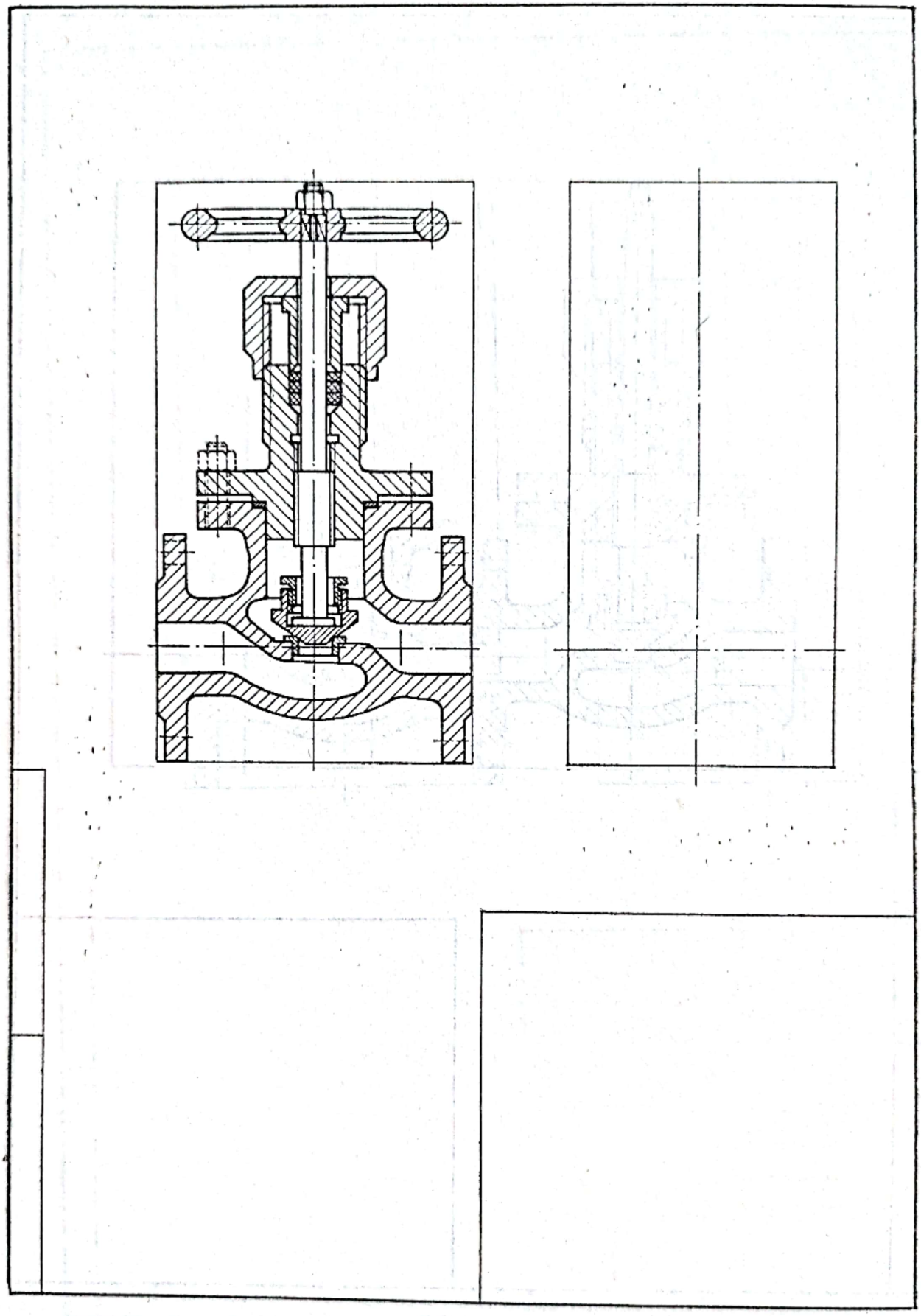
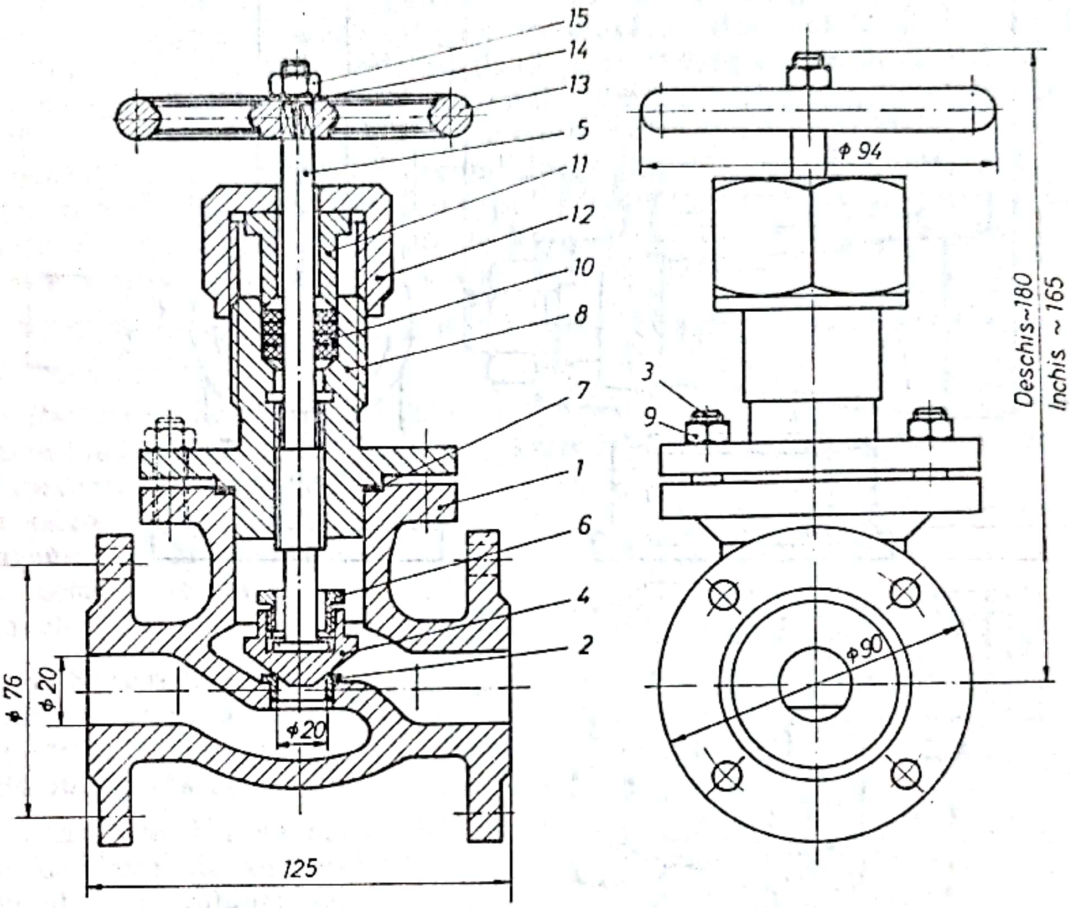


Fig. 15.10

Scanned with OKEN Scanner



Poz	Denumirea	Nr desen sau STAS	Buc	Material	Observatii	Masa netă
15	Piuliță hexagonală	STAS 922-64	1		Din comert	
14	Șaibă	STAS 1366-66	1		Din comert	
13	Roata de manevră	120-00-11	1		Turnat	
12	Piuliță glandeză	120-00-10	1		ϕ 55-35 STAS 2841-51	
11	Presgarnitură	120-00-09	1		ϕ 35-25 STAS 2841-51	
10	Garnitură 4x25	STAS 1733-64	1		Din comert	
9	Piuliță hexagonală	120-00-08	4		Din comert	
8	Ghidaj	120-00-07	1		Turnat	
7	Garnitură 1x60	STAS 1733-64	1		Din comert	
6	Piuliță fixare	120-00-06	1		Strunjire	
5	Axul ventilului	120-00-05	1		ϕ 22-232 STAS 311-64	
4	Ventil	120-00-04	1		Strunjire	
3	Prezoane	120-00-03	4		Strunjire	
2	Bucșe	120-00-02	1		Strunjire	
1	Corp robinet	120-00-01	1		Turnat	

Proiectat Desenat Verificat Contr. STAS Aprobat	Masa netă	120 · 00 · 00	1/1
INST. POLITEHNIC BUCURESTI	1:1	ROBINET CU VENTIL	
	Data:		

Fig. 15.11

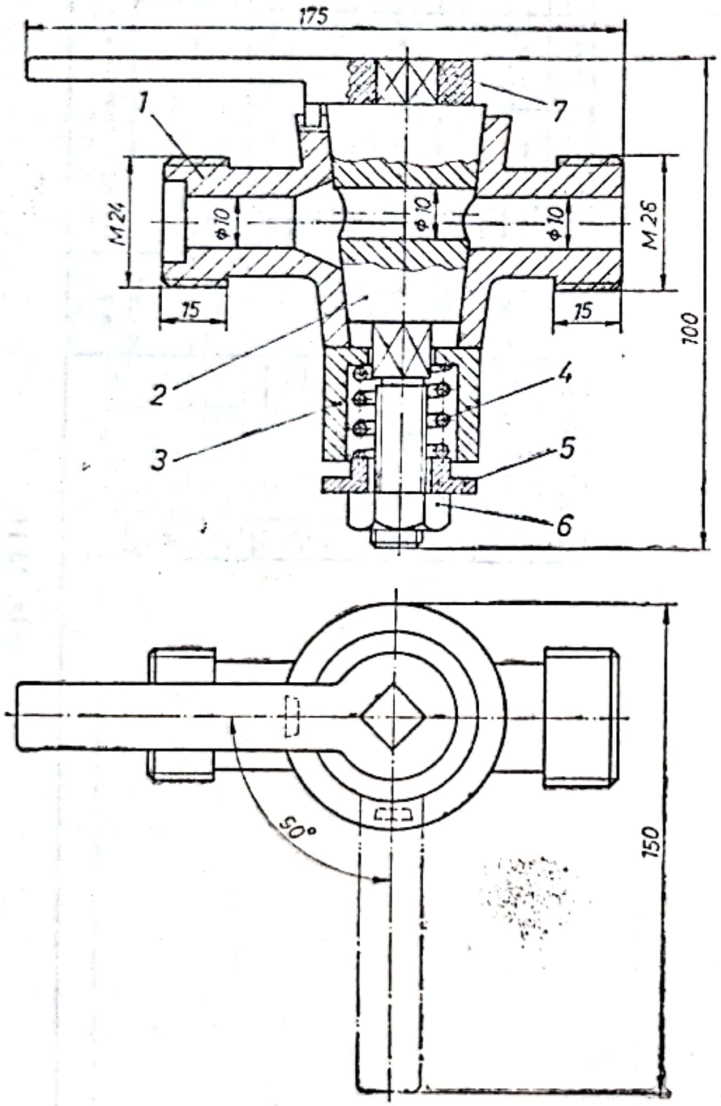


Fig. 15.12

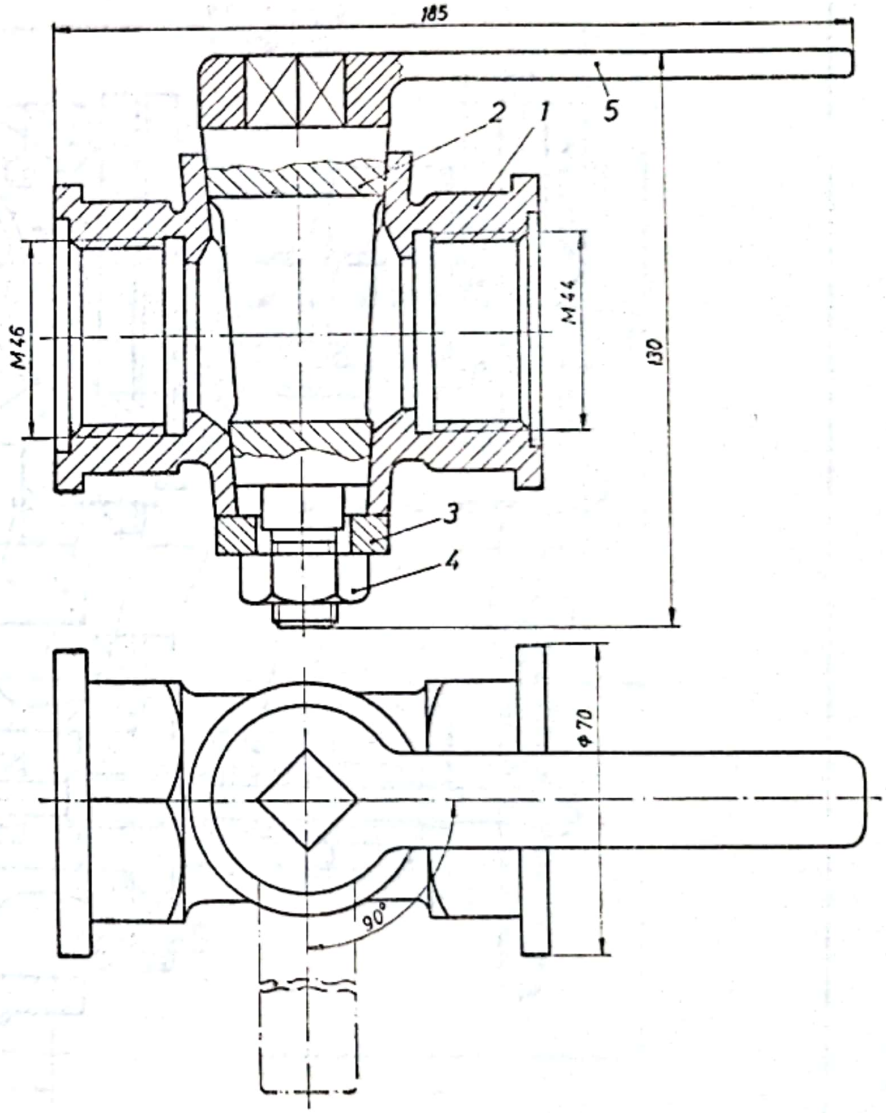


Fig. 15.13

Scanned with OKEN Scanner

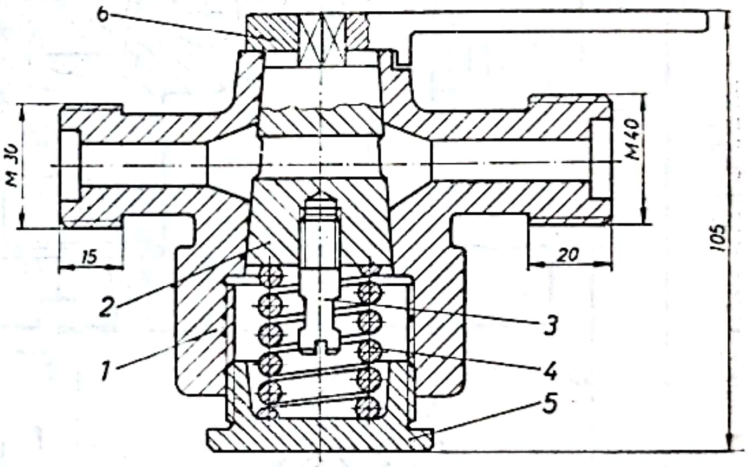
Rezolvare. În figura 15.12 se reprezintă în două proiecții (secțiune totală în plan vertical și vedere în plan orizontal) un robinet cu cep cu casetă de reglaj.

Robinetul cu cep se reprezintă în poziție tipizată, adică în secțiune în plan vertical cu cepul în poziție deschis. Se reprezintă cepul *2*, în vedere, cu o secțiune parțială, delimitată cu linie de ruptură, în dreptul găurii de trecere a fluidului pentru care robinetul este utilizat.

În proiecția orizontală este reprezentată poziția mobilă a manetei *7* de acționare a robinetului, cu linie-două puncte subțire. În proiecția verticală se vede reprezentarea asamblării cepului *2* cu corpul *1* al robinetului în contact condiționat (o singură linie de contur de-a lungul suprafeței tronconice) și reprezentarea contactului necondiționat dintre caseta de reglaj *3* și suprafața prismatică cu baza pătrat a cepului (două linii de contur). Șaiba *5* strînsă cu piulița *6* asigură comprimarea arcului cilindric elicoidal *4*. Prin manevrarea manetei *7* se închide sau se deschide robinetul.

3. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu cep fără casetă de reglaj.

Rezolvare. În figura 15.13 se reprezintă, în două proiecții, desenul de ansamblu al unui robinet cu cep, unde asamblarea cepului *2*, în corpul *1* al robinetului, se execută cu șaiba *3* și piulița hexagonală *4*. Manevrarea robinetului se face cu maneta *5*.



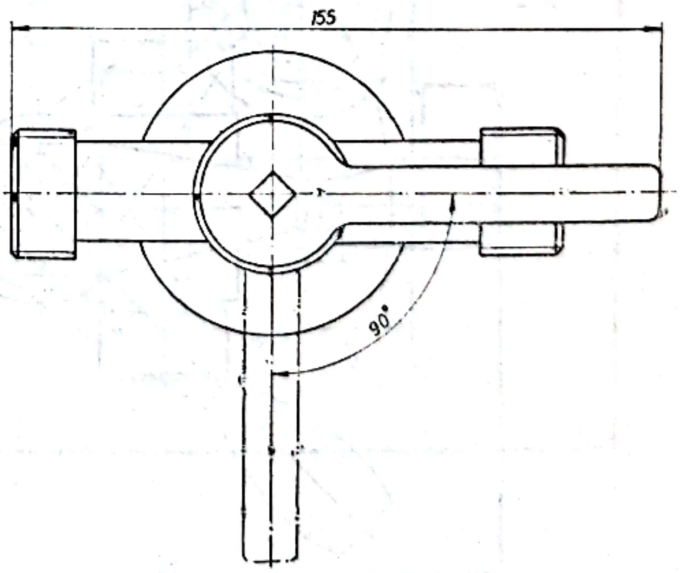


Fig. 15.14

4. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu cep cu casetă interioară de reglaj.

Rezolvare. Un exemplu de desen de ansamblu al unui robinet cu cep cu caseta de reglaj prevăzută în corpul robinetului este prezentat în figura 15.14. În corpul *1* al robinetului este montat cepul *2*. Știftul frezat *3* înșurubat în cepul *2* are rol de ghidaj pentru arcul cilindric elicoidal *4*, comprimat cu ajutorul dopului filetat *5*. Închiderea și deschiderea robinetului se execută cu maneta *6*.

5. Să se reprezinte desenul de ansamblu al

unui robinet cu cep cu trei căi și casetă de reglaj și reprezentarea desenelor de execuție ale pieselor componente.

Rezolvare. În figura 15.15 este reprezentat în două proiecții un desen de ansamblu al unui robinet cu cep cu trei căi. În proiecția orizontală sînt reprezentate pozițiile extreme ale manetei *7*.

În corpul *1* al robinetului este montat cepul *2*. Caseta de reglaj *4* este apăsată pe corpul *1* prin intermediul arcului *3*, șaibei *5* și piuliței hexagonale *6*. Pe maneta *7* este montat mînerul de lemn *8*, strîns cu șaiba *9* și piulița hexagonală *10*.

Pentru execuția practică a unui ansamblu, trebuie reprezentate desenele de execuție ale pieselor componente. Astfel, din figura 15.15, se pot extrage desenele de execuție (detalii) ale pieselor componente (repere).

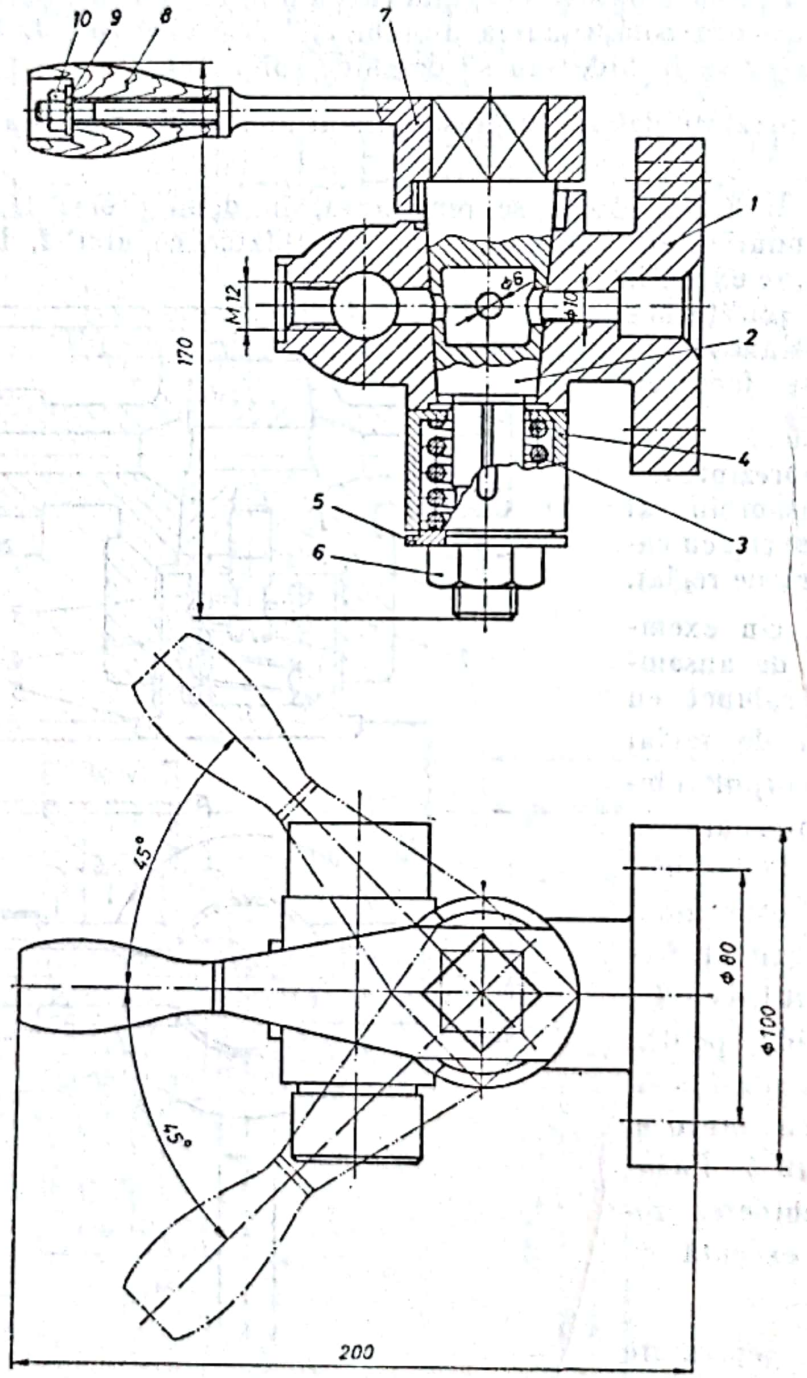


Fig. 15.15

Scanned with OKEN Scanner

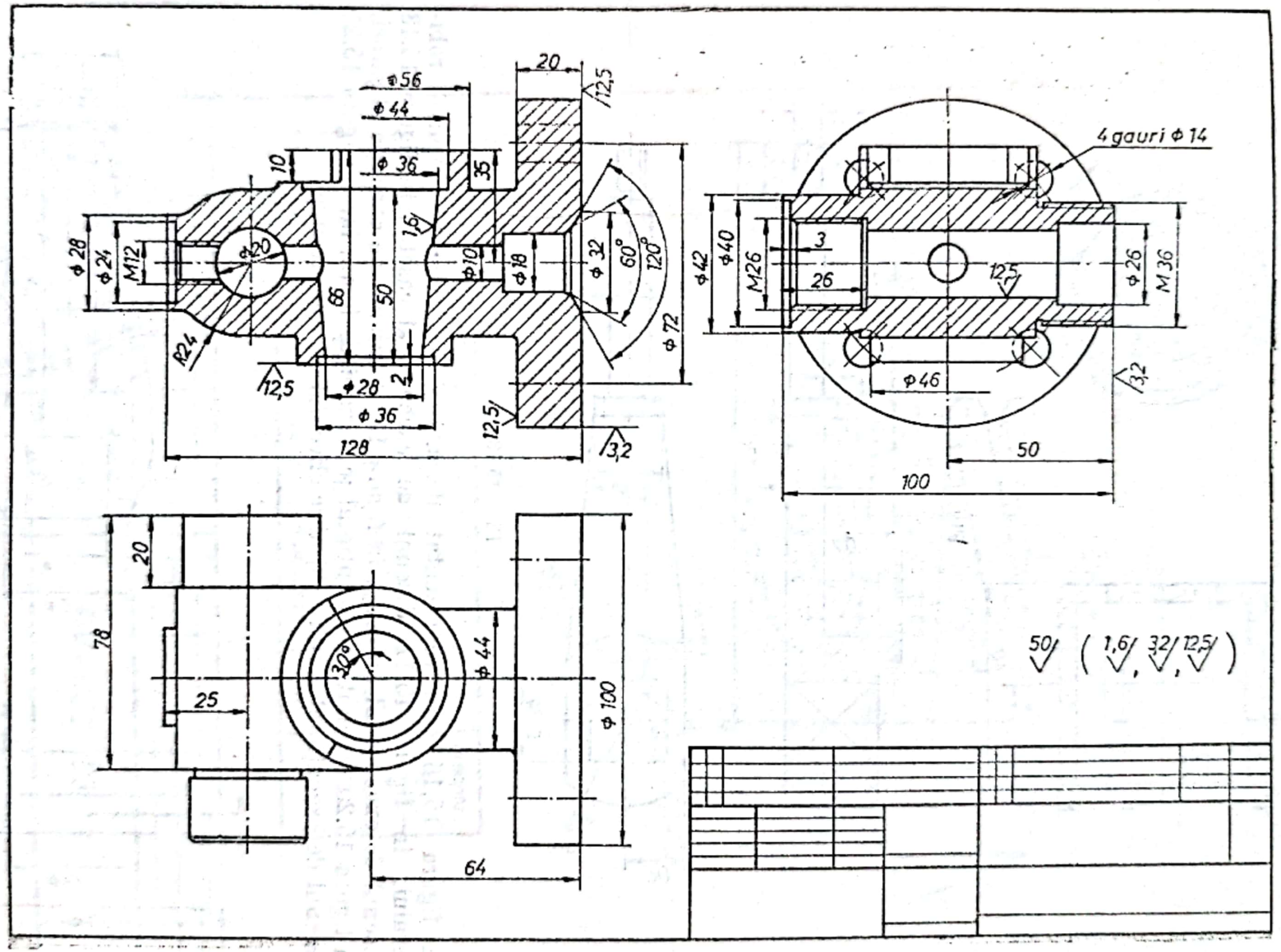

φ56
φ44
φ36
20
12,5
10
35
1,6
φ28
φ24
M12
φ20
φ10
φ18
φ32
60°
120°
φ72
R24
12,5
φ28
2
φ36
12,5
3,2
128
4 găuri φ14
φ42
φ40
M26
3
26
12,5
φ26
M36
φ46
3,2
50
100
20
78
30°
φ44
φ100
25
64
50 (1,6 3,2 12,5)

Fig. 15.16

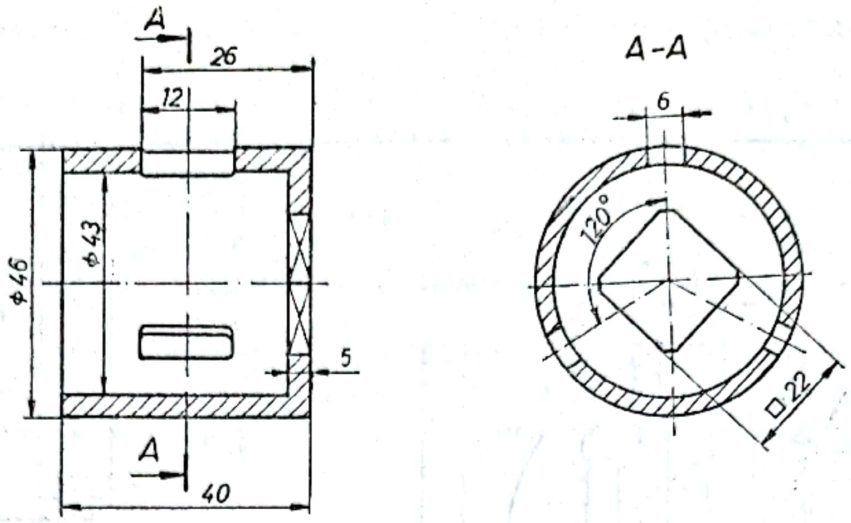


Fig. 15.17

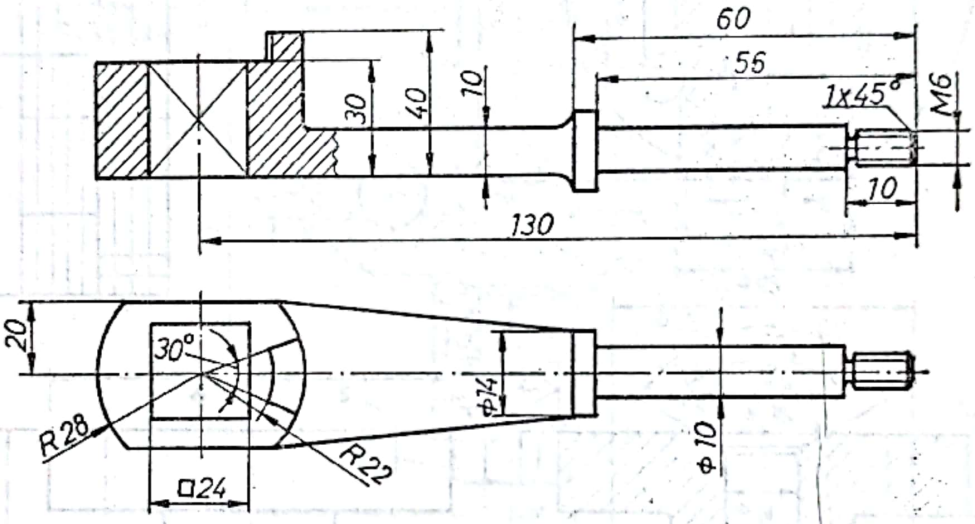


Fig. 15.18

În figura 15.16 este reprezentat desenul de execuţie al corpului robinetului, în figura 15.17 desenul de execuţie al casetei, în figura 15.18 desenul de execuţie al manetei, în figura 15.19 desenul de execuţie al şaibei, în figura 15.20 desenul de execuţie al mînerului de lemn, iar în figura 15.21 desenul de execuţie al arcului cilindric elicoidal de compresiune.

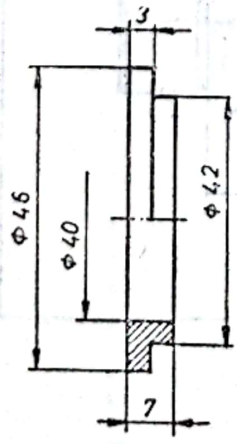


Fig. 15.19

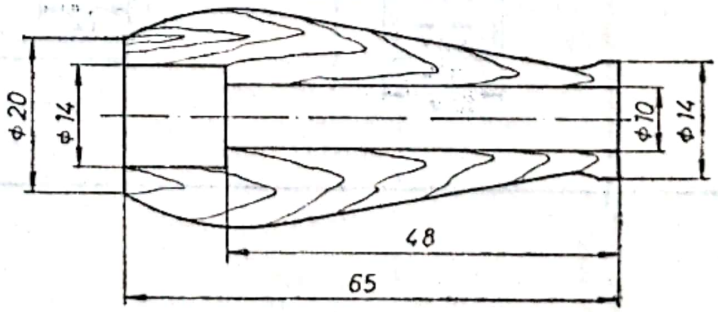
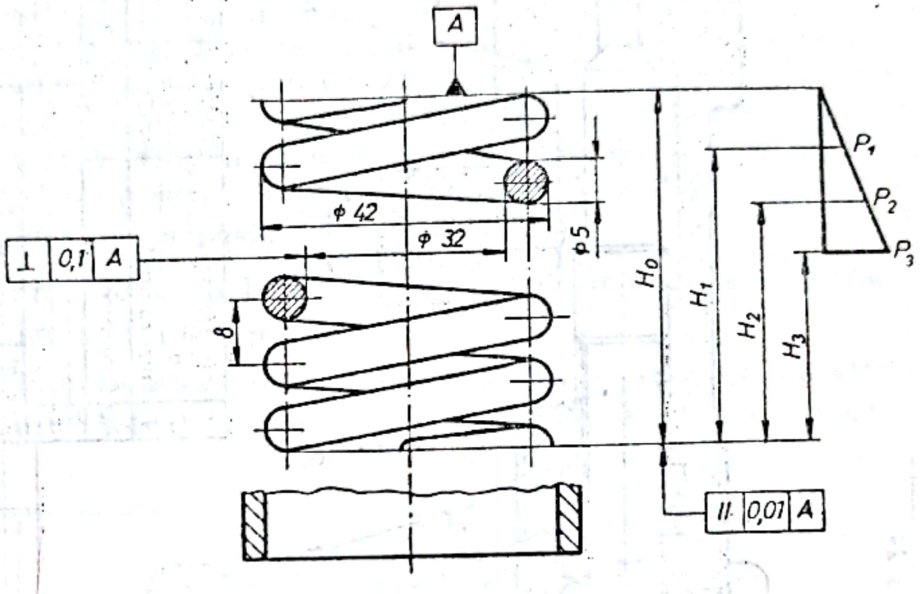


Fig. 15.20

Scanned with OKEN Scanner



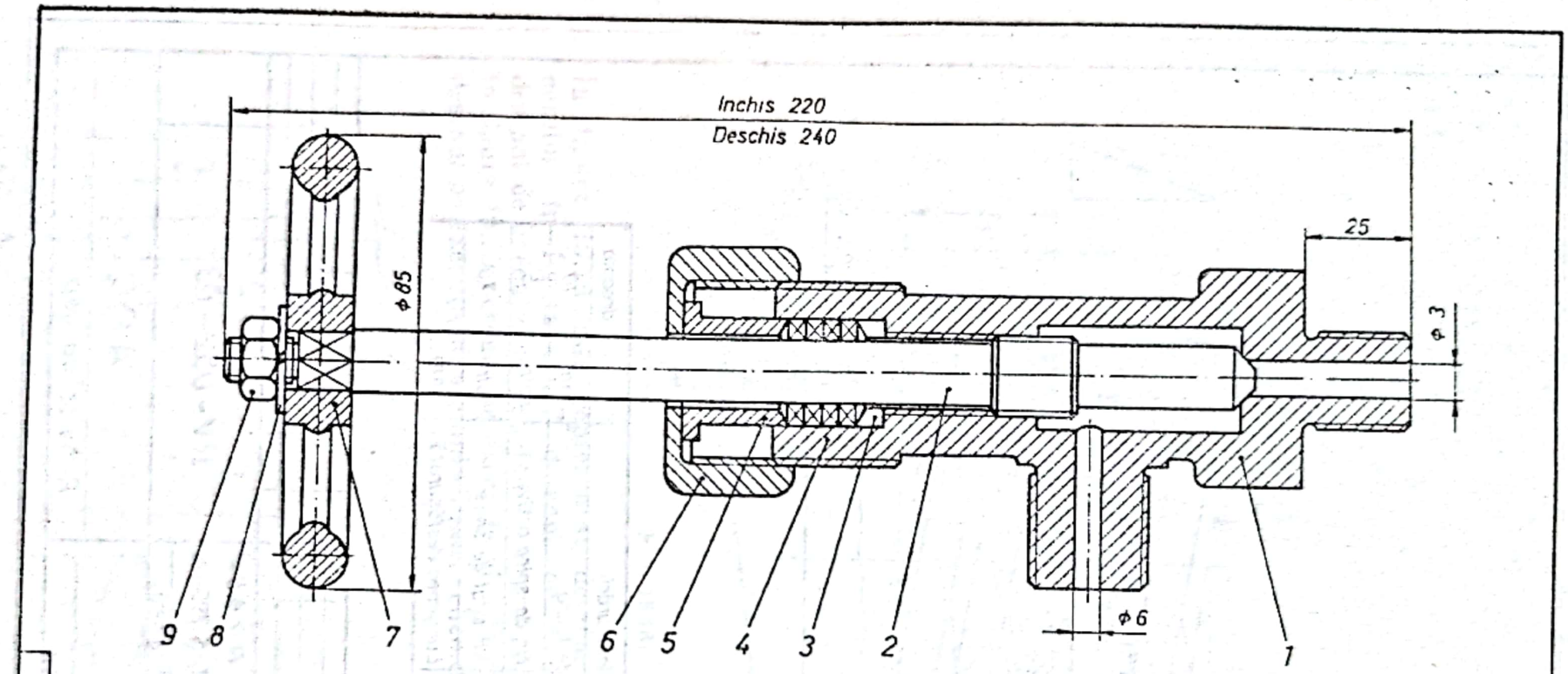
Sensul înfășurării		—	dreapta
Cursa de lucru		mm	10
Informativ	Nr. de spire active	spire	5
	Nr. total de spire	spire	7,5
	Lungimea desfășurată	mm	

Proiectat		RR φ 5 STAS 795-75	RV-052-03
Desenat			
Verificat			
Contr.STAS			
Aprobat		Masa netă:	
INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREȘTI			ARC
		Data:	Robinet cu cep

A4 (210 x 297)

Fig. 15.21

Scanned with OKEN Scanner



Poz	Denumirea	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observații	Masa netă
3	Inel etanșare	RV126-03	1	OL 37		
2	Tija	RV126-02	1	OL 42		
1	Corp robinet	RV126-01	1	Fc 200	Turnat	

Poz	Denumirea	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observații	Masa netă
9	Piuliță hexagonală	STAS 922-79	1	OL 37		
8	Șaibă Grower	STAS 2731-51	1	RM 1,5		
7	Roată de manevră	RV126-06	1			
6	Piuliță olandeză	RV125-05	1	CuSn14		
5	Presgarnitură	RV126-04	1	CuSn14		
4	Garnitură			Azbest	sfoară	

Proiectat
Desenat
Verificat
Contr. STAS
Aprobat

Masa netă:

INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREȘTI

1:1

Data:

RV 126 00

ROBINET CU VENTIL

Fig. 15.22

Scanned with OKEN Scanner

Fiecare desen de execuţie se execută pe cîte un format de desen separat, un exemplu concret constituindu-l figurile 15.16 şi 15.21.

6. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ac.

Rezolvare. Un exemplu de robinet cu ventil tip ac este prezentat în figura 15.22. Robinetul cu ventil se reprezintă în poziţia „închis", adică cu ventilul în contact condiţionat cu scaunul său. O particularitate a robinetelor cu ac o constituie tija *2*, care face corp comun cu ventilul, adică tija se termină cu o porţiune conică care se aşază direct în corpul robinetului pe o suprafaţă teşită corespunzător, închizînd alezajul de trecere al fluidului. Tija *2* este asamblată cu filet cu corpul *1* al robinetului, iar etanşarea este asigurată cu garniturile *4* din şnur de azbest grafitat, care se sprijină pe inelul de etanşare *3* şi sînt presate de presgarnitura *5*, prin intermediul piuliţei olandeze *6*. Manevrarea robinetului se execută cu roata de manevră *7*, asamblată pe o porţiune prismatică cu baza pătrat a tijei *2* şi strînsă cu şaiba Grower *8* şi piuliţa hexagonală *9*.

7. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil în cazul asamblării cu joc dintre tijă şi ventil.

Rezolvare. Reprezentarea unui robinet cu ventil cînd tija nu face corp comun cu ventilul este prezentată în figura 15.23. Ventilul *3* ghidează în

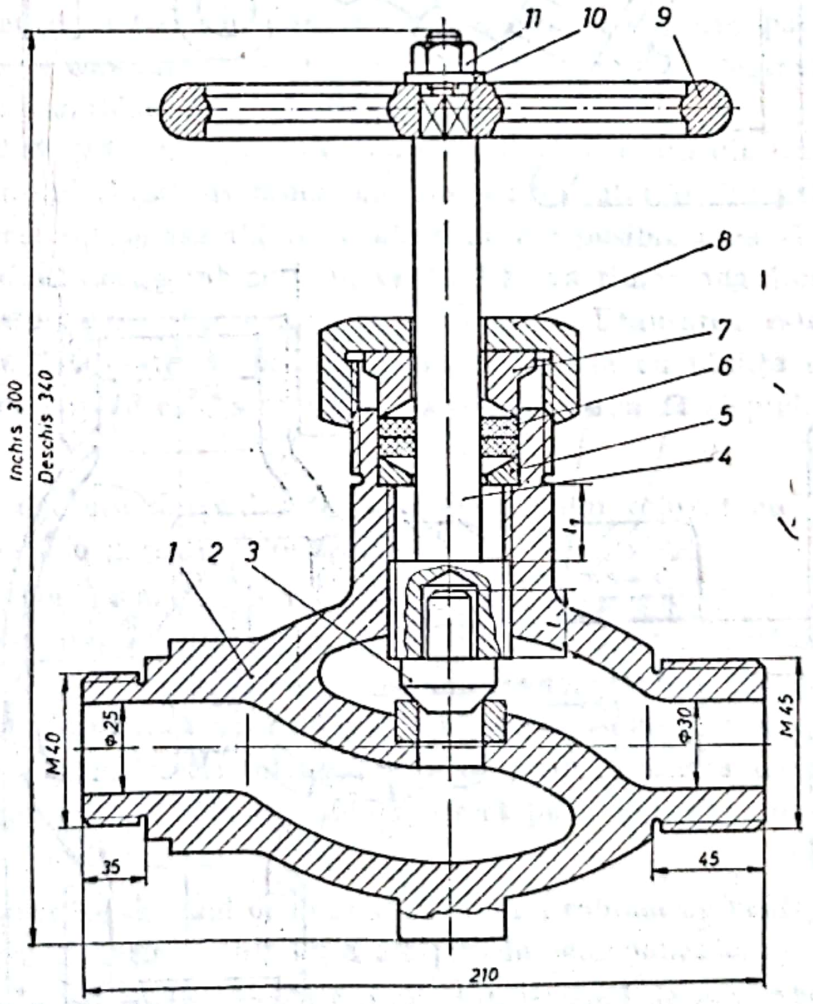


Fig. 15.23

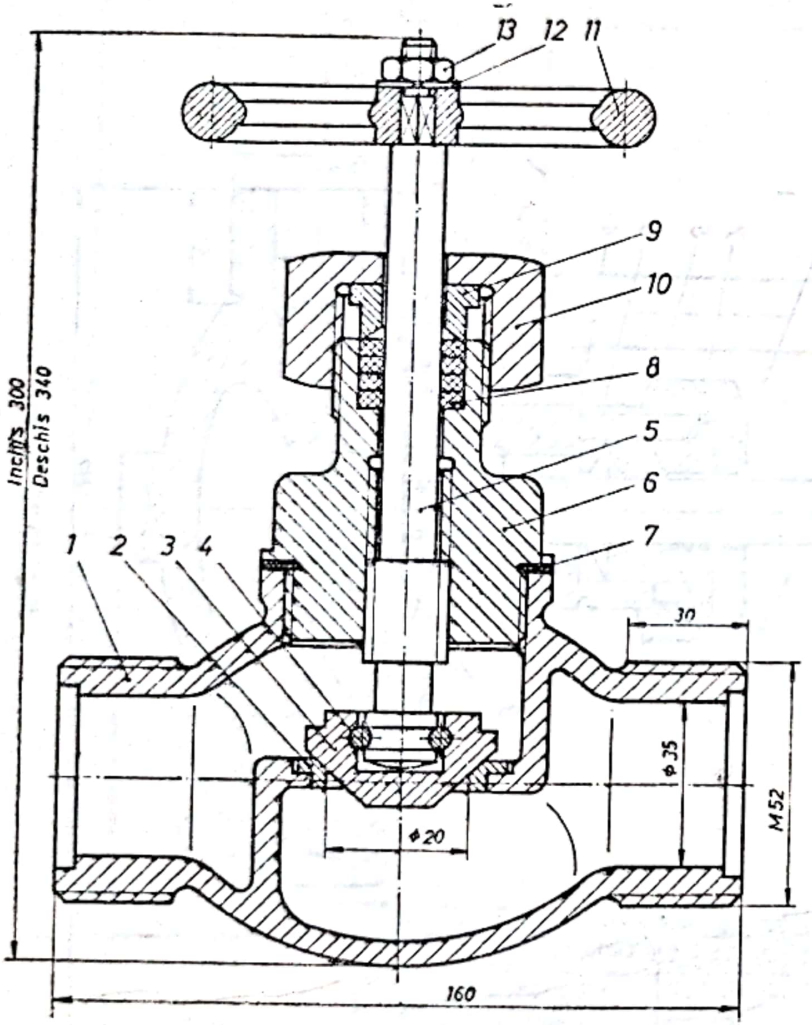


Fig. 15.24

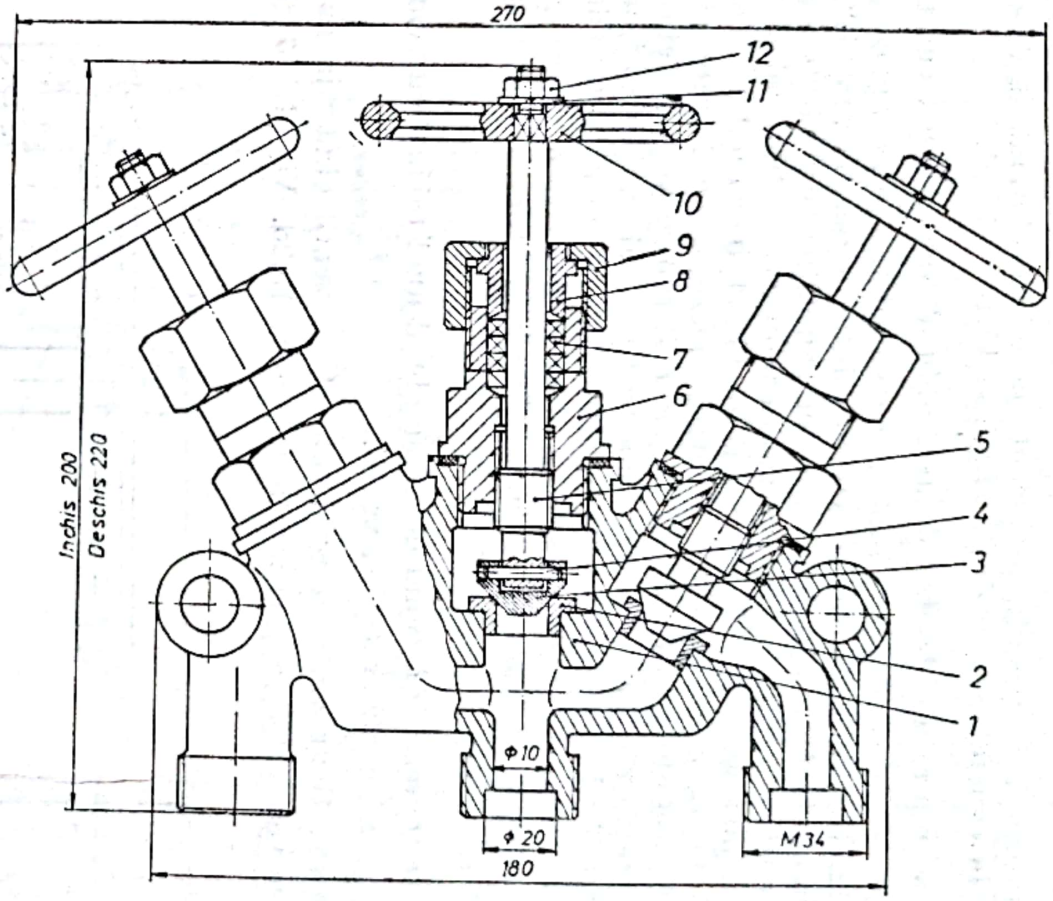


Fig. 15.25

Scanned with OKEN Scanner

tija *4* pe suprafaţa cilindrică lisă. În momentul deschiderii robinetului prin rotirea roţii de manevră *9*, tija *4* se ridică prin asamblarea cu filet dintre tijă şi corpul *1*, iar ventilul *3* este ridicat de presiunea fluidului. O concepţie corectă, în cazul acestor tipuri de robinete, presupune ca lungimea ghidajului ventilului să fie mai mare decît distanţa pe care se poate ridica tija în asamblarea ei cu filet ($l > l_1$).

Etanşarea robinetului este asigurată de inelul *5*, garniturile *6* din şnur de azbest grafitat, presgarnitura *7* şi piuliţa olandeză *8*.

8. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil în cazul asamblării cu ştift cilindric dintre tijă şi ventil.

Rezolvare. Un exemplu de reprezentare a unui robinet cu ventil în cazul asamblării ventilului *3* cu tija *5* prin ştifturile cilindrice *4* este prezentat în figura 15.24. În cazul acestui tip de asamblare, ventilul se poate roti pe tijă. Concepţia unui astfel de robinet prezintă avantajul înlocuirii uşoare şi rapide, în caz de uzură, atît a ventilului *3*, cît şi a scaunului său *2*, asigurînd o funcţionalitate îndelungată întregului ansamblu.

9. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil cu trei căi.

Rezolvare. În figura 15.25 este reprezentat desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil cu trei căi, unde s-a reprezentat o secţiune parţială, deoarece atît piesele componente utilizate la fiecare ramură a robinetului, cît şi modul lor de asamblare sînt identice.

Scaunul *2* al ventilului este o bucşă cu guler executată din CuSn14 STAS 197/1-76. Ventilul *3* este asamblat cu tija *5* prin intermediul ştiftului cilindric *4*. La acest tip de asamblare, ventilul nu are posibilitatea să se rotească pe tijă şi la deschiderea robinetului, ventilul se va ridica odată cu tija. Tija robinetului este asamblată cu filet în ghidajul *6*. Etanşarea este asigurată de garniturile *7*, presate de presgarnitura *8*, strînsă cu piuliţa olandeză *9*. Roata de manevră *10* este asamblată pe tijă cu şaiba *11* şi piuliţa hexagonală *12*.

10. Să se execute desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil cînd ventilul prezintă o garnitură vulcanizată.

Rezolvare. Un exemplu de robinet cu ventil cu garnitură vulcanizată pe ventil este reprezentat în figura 15.26. Ventilul *3* este asamblat cu garnitura din cauciuc vulcanizată *2* cu care etanşează direct pe corpul *1* al robinetului. În cazul uzurii garniturii *2*, se schimbă ventilul *3*, care este bercluit pe tija *4*. În concepţia acestui ansamblu se poate observa un nou tip de roată de manevră, care este asamblată direct pe o suprafaţă prismatică ce prezintă o reducere.

11. Să se execute desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil cu supapă de siguranţă şi desenele de execuţie ale pieselor componente.

Rezolvare. În figura 15.27 este reprezentat desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil cu supapă de siguranţă.

Scanned with OKEN Scanner

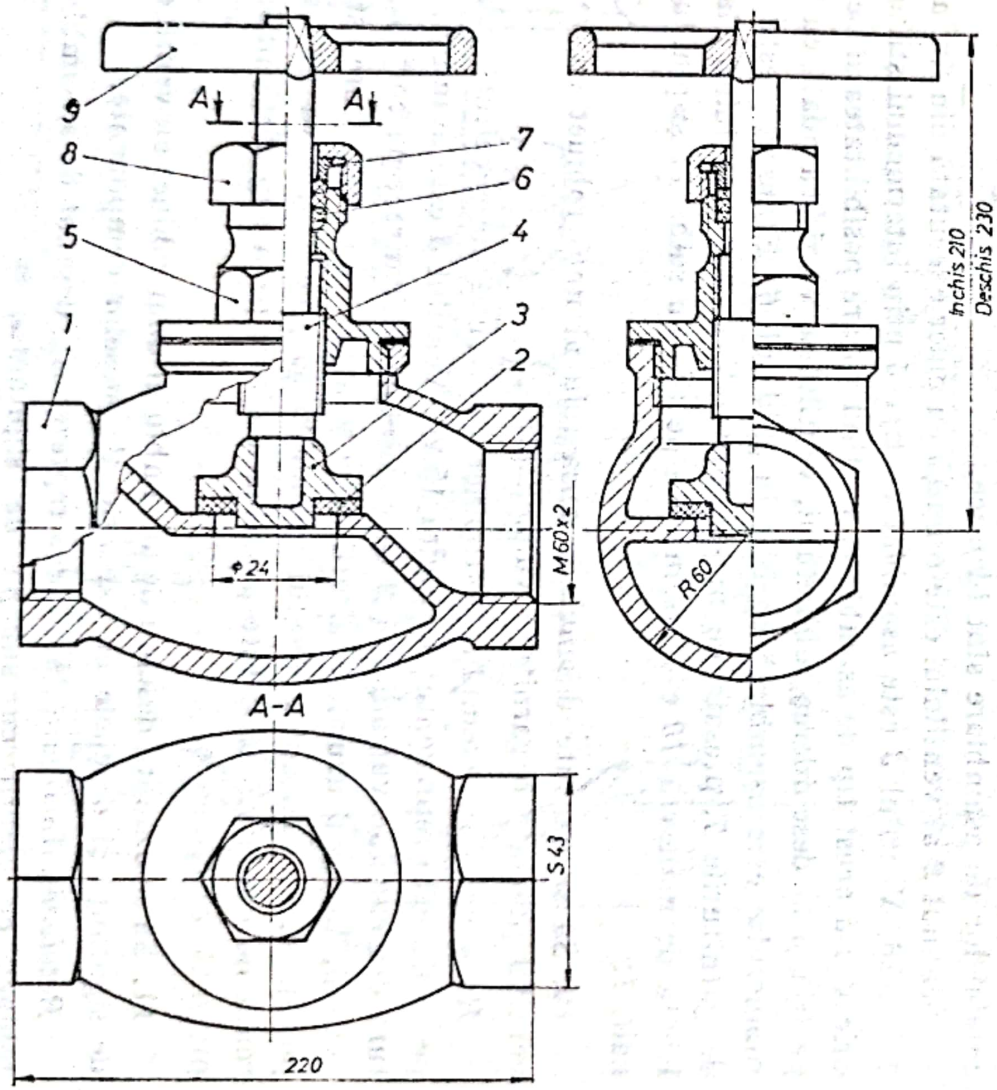


Fig. 15.26

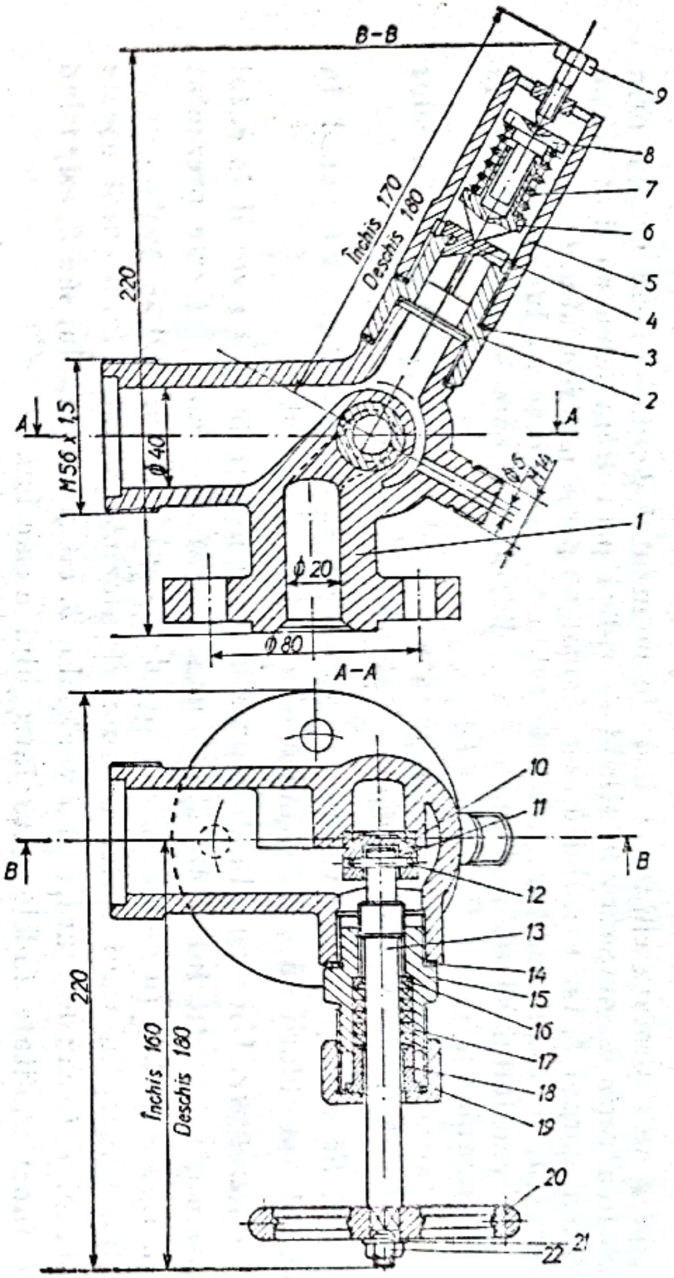


Fig. 15.27

Scanned with OKEN Scanner

În secțiunea orizontală $A-A$ se văd elementele componente clasice ale robinetului cu ventil, iar în secțiunea verticală $B-B$ elementele componente ale supapei de siguranță. Pe corpul *1* al robinetului este asamblat cu filet ghidajul *2* al supapei *4*. Reglarea deschiderii supapei se execută manual, prin intermediul șurubului cu cap hexagonal *9*, al ghidajelor *6* și *8* și al arcului cilindric elicoidal *7*. Piesele *6* și *8* asigură un ghidaj telescopic pentru apăsarea dată de șurubul *9*.

Pentru a evidenția forma constructivă a acestui ansamblu mai complex, în figurile 15.28...15.33 s-au executat desenele de execuție ale pieselor

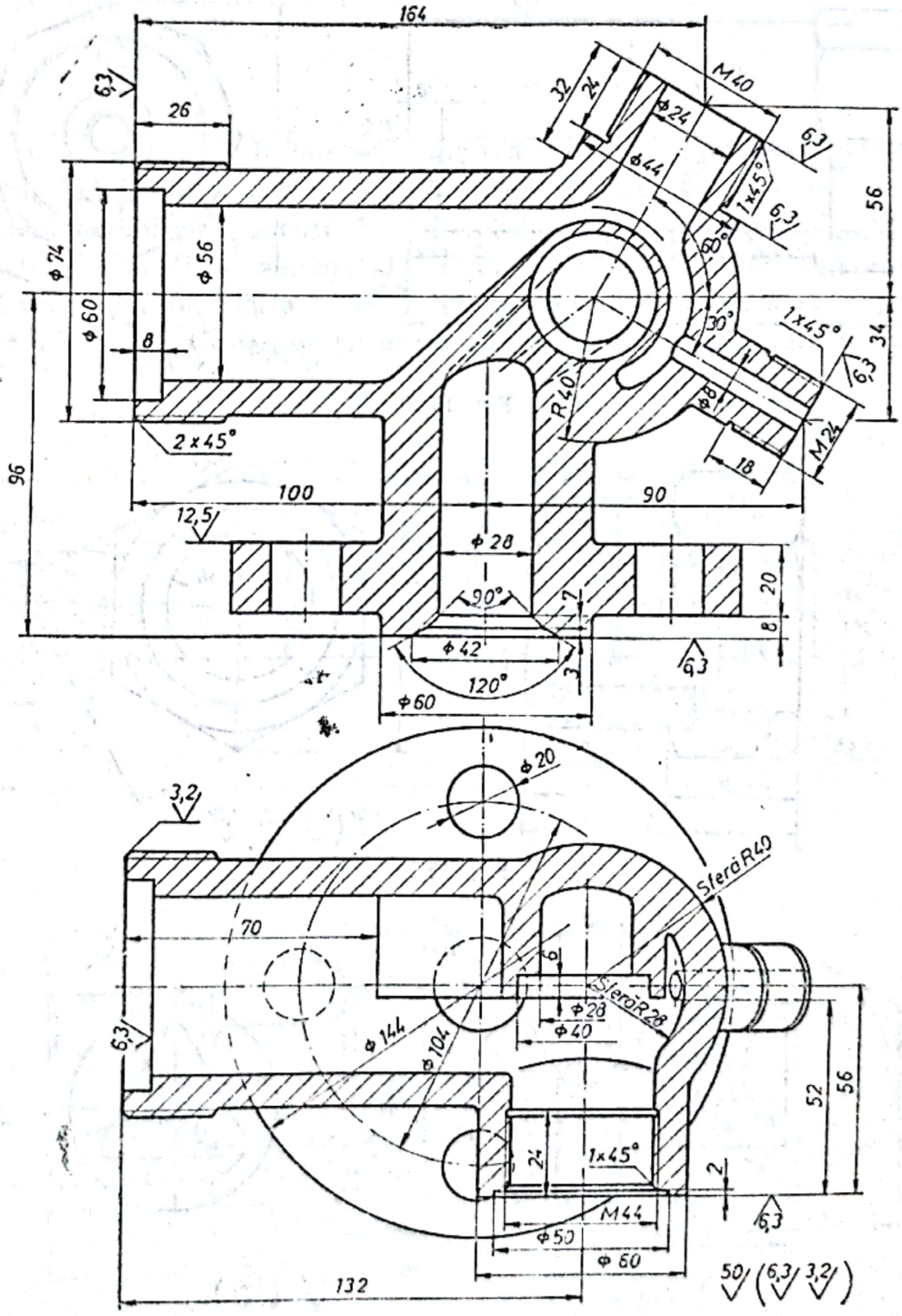


Fig. 15.28

Scanned with OKEN Scanner

componente ale subansamblului supapei de siguranţă. Astfel, în figura 15.28 este reprezentat desenul de execuţie al corpului robinetului cu supapă, în figura 15.29 desenul de execuţie al corpului *5* de protecţie a ghidajului telescopic al supapei de siguranţă, în figura 15.30 desenul de execuţie al ghidajului *2*, în figura 15.31 desenul de execuţie al supapei *4*, în figura 15.32 desenul de execuţie al ghidajului inferior *6*, iar în figura 15.33 desenul de execuţie al ghidajului superior 8.

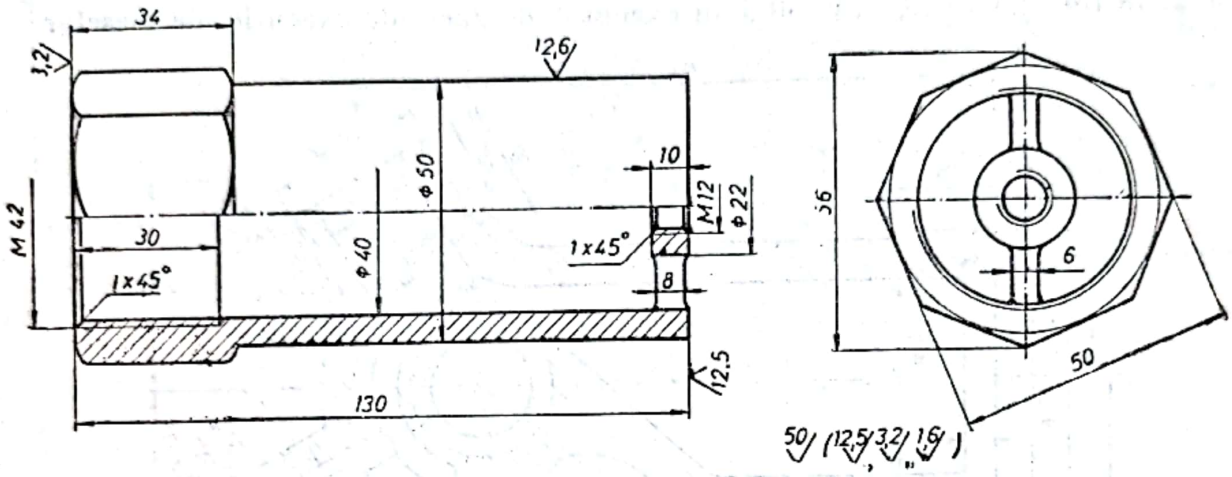


Fig. 15.29

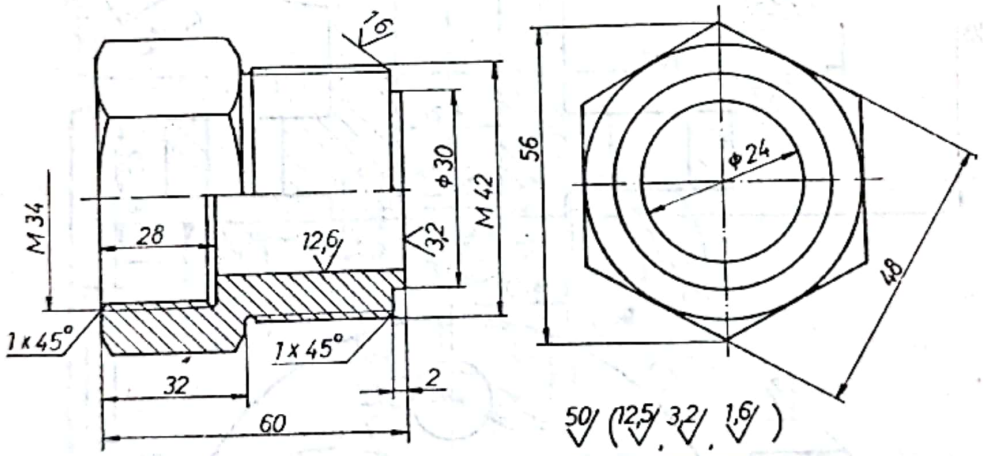


Fig. 15.30

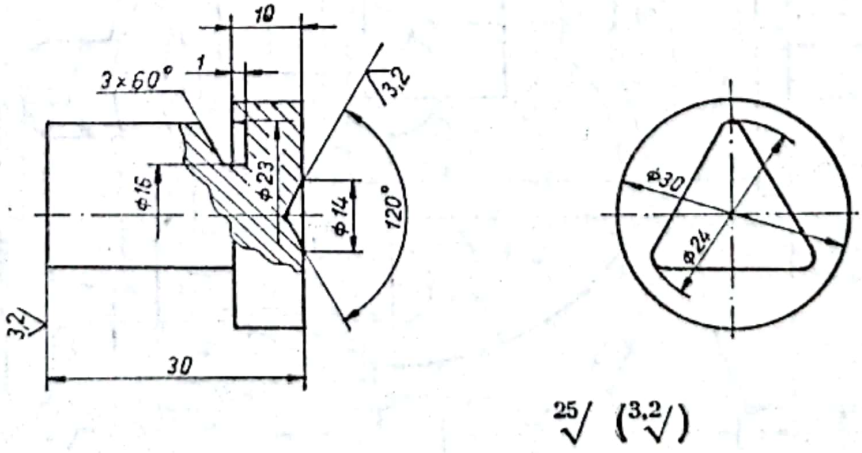


Fig. 15.31

Scanned with OKEN Scanner

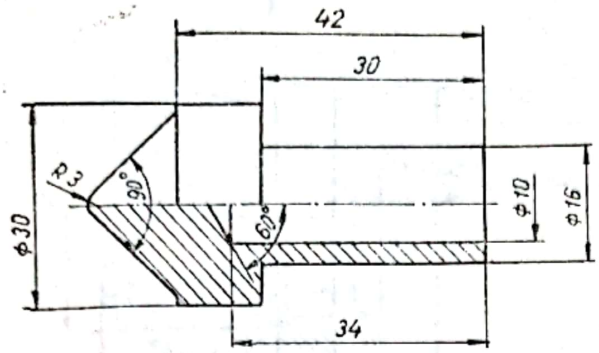


Fig. 15.32

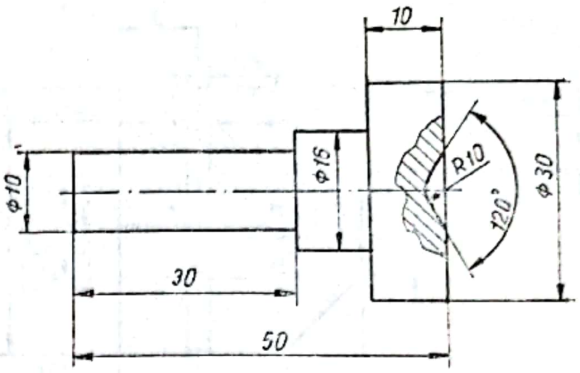


Fig. 15.33

Pentru a evidenţia forma constructivă a subansamblului robinetului cu ventil, în figurile 15.34...15.41 sînt reprezentate desenele de execuţie ale elementelor lui componente. Figura 15.34 reprezintă desenul de execuţie al tijei *13*, figura 15.35 ghidajul *15*, figura 15.36 ventilul *11*, figura 15.37 scaunul ventilului *10*, figura 15.38 inelul de etanşare *16*, figura 15.39 piuliţa olandeză *19*, figura 15.40 presgarnitura *18*, iar figura 15.41 roata de manevră *20*.

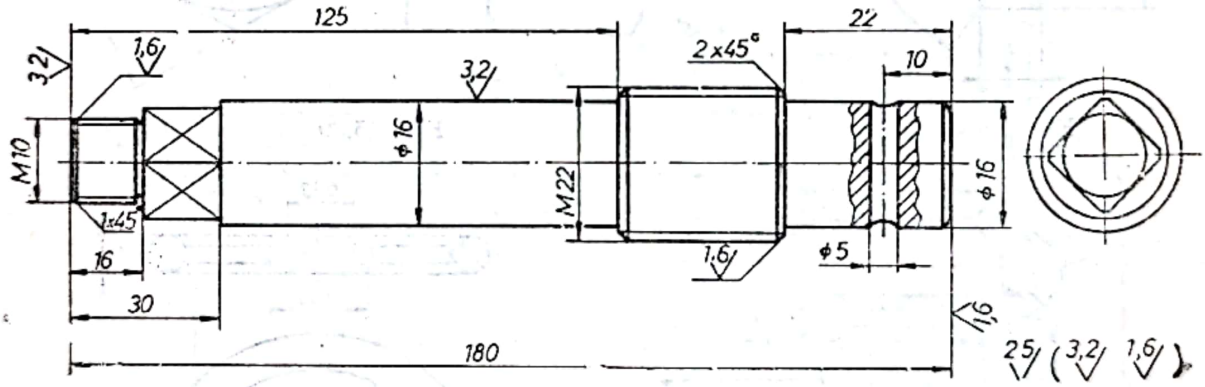


Fig. 15.34

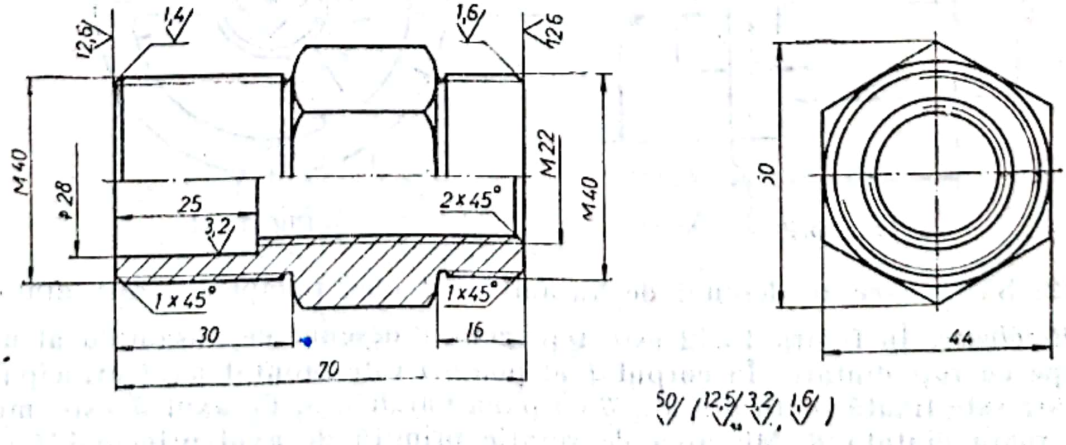


Fig. 15.35

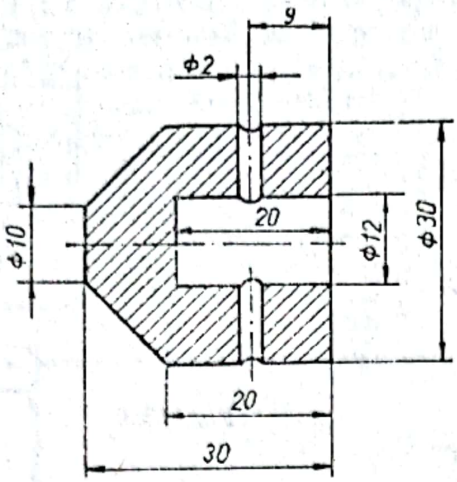


Fig. 15.36

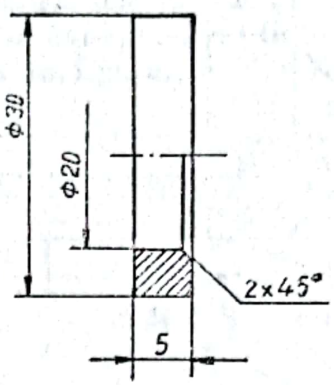


Fig. 15.37

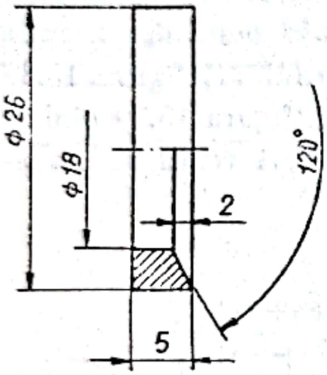


Fig. 15.38

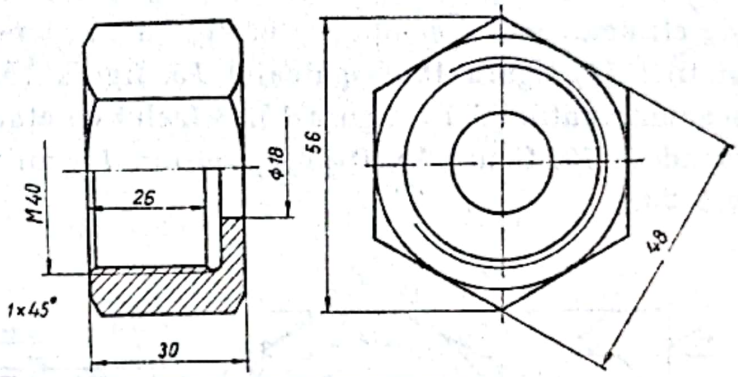


Fig. 15.39

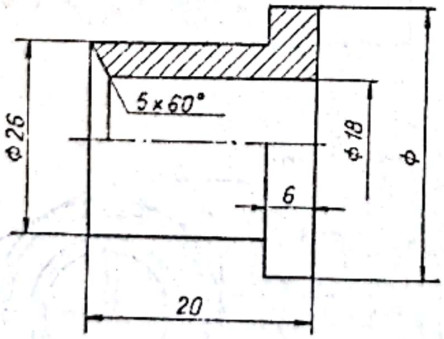


Fig. 15.40

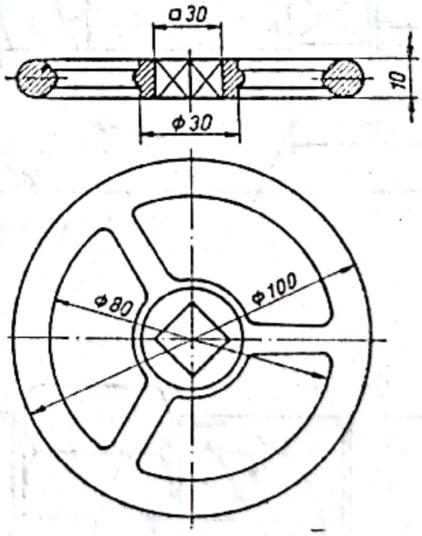


Fig. 15.41

12. Să se execute desenul de ansamblu al unei pompe cu roți dințate.

Rezolvare. În figura 15.42 este reprezentat desenul de ansamblu al unei pompe cu roți dințate. În corpul *1* al pompei este montat axul principal *2* pe care este fixată roata dințată *3* cu pana paralelă *4*. Pe axul *5* este montată roata dințată *6*. Mișcarea de rotație primită de axul principal *1* este transmisă roții dințate *3*, fixă pe arbore și care angrenează cu roata dințată *6*.

Scanned with OKEN Scanner

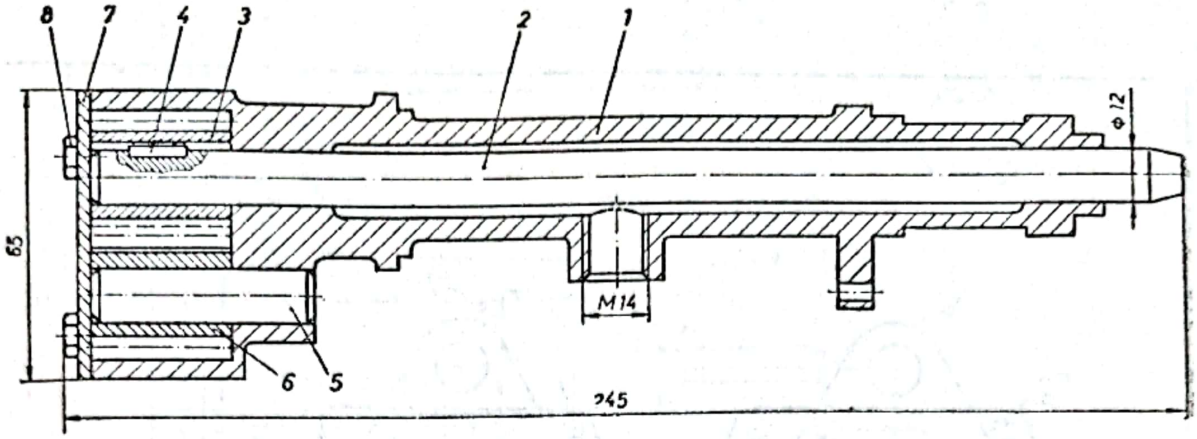


Fig. 15.42

Uleiul, intrînd prin orificiul de admisie din corpul pompei, este antrenat de angrenajul cilindric *3—6* și trimis prin orificiul de refulare pe conducte în circuitul hidraulic al instalației din care pompa face parte. Etanșarea corpului pompei se realizează cu capacul *7*, strîns cu șuruburile cu cap hexagonal *8*.

13. Să se execute desenul de ansamblu al unei pompe cu roți dințate și reprezentarea desenelor de execuție ale pieselor componente.

Rezolvare. În figura 15.43 este reprezentat un desen de ansamblu al unei pompe cu roți dințate, unde fixarea roții dințate conducătoare *5* se face

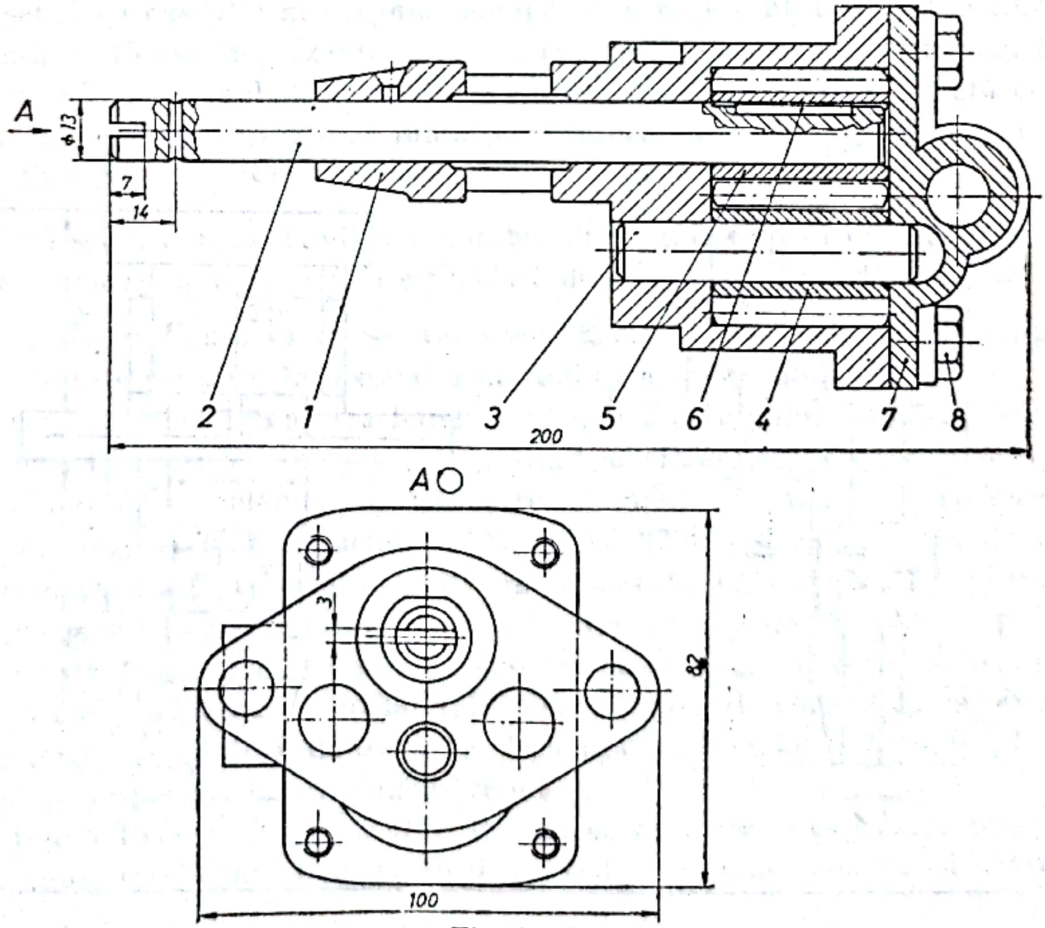


Fig. 15.43

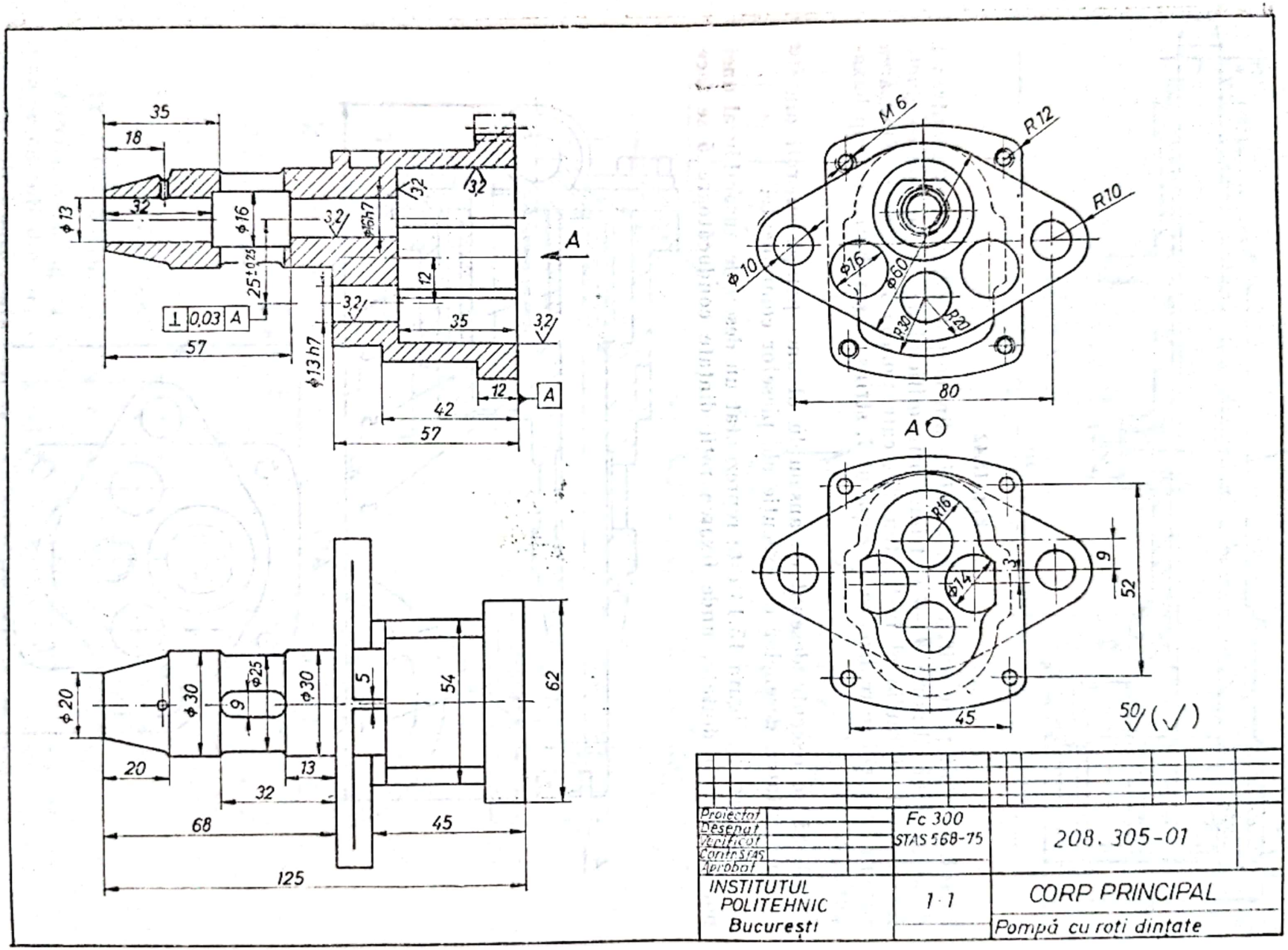


Fig. 15.44

Scanned with OKEN Scanner

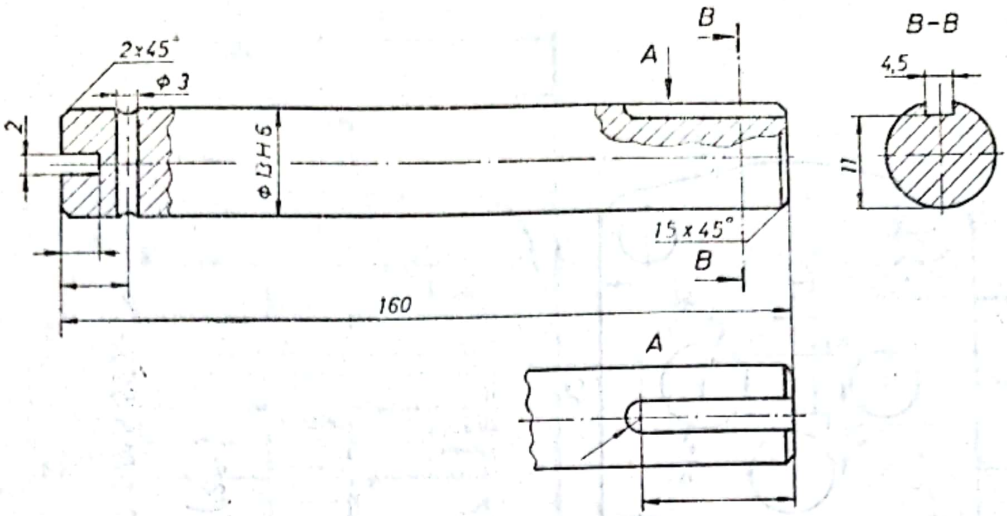


Fig. 15.45

cu pana înclinată *6* pe arborele principal *2*. Axul lis *3* centrează în capacul *7* al pompei. Angrenajul cilindric cu dinți drepți asigură circulația uleiului de la rezervor în circuitul hidraulic. Uleiul intră din rezervor prin orificiul de admisie, în pompă este antrenat de angrenajul cilindric *5—4* și iese prin orificiul de refulare, mergînd mai departe în circuitul hidraulic al instalației în care este montată pompa.

Desenul de execuție al corpului pompei este reprezentat în figura 15.44. În figura 15.45 este reprezentat desenul de execuție al axului principal, iar în figura 15.46 desenul de execuție al capacului lateral. Roata dințată conducătoare, cu forma și dimensiunile corespunzătoare, este reprezentată în figura 15.47.

14. Să se execute desenul de ansamblu al pompei cu roți dințate și desenele de execuție ale reperelor care prezintă dificultăți în reprezentare.

Rezolvare. În figura 15.48 este reprezentat desenul de ansamblu al pompei cu roți dințate utilizate în instalația hidraulică a tractorului U 650.

În carcasa *1* este montat arborele principal *1* care angrenează cu axul *3* (pinioanele fac corp comun cu axele). Bucșele distanțiere *4* asigură poziția angrenajului în corpul pompei. Etanșarea pompei este asigurată cu garniturile inelare *5* și *6* din cauciuc PN 80 STAS 272-75 și cu manșeta de rotație *9*, asigurată prin inelul crestat pentru alezaje *10*. Capacul *7* este fixat pe corpul pompei cu șuruburile cu cap cilindric și locaș hexagonal *8*.

În figura 15.49 este reprezentat desenul de execuție al corpului pompei în trei proiecții și două vederi laterale. Vederile laterale sînt necesare pentru reprezentarea și cotarea flanșelor de legătură cu instalația la orificiul de admisie și, respectiv, la orificiul de refulare.

În figura 15.50 este reprezentat desenul de execuție al capacului pompei în secțiune totală în plan vertical și vedere lateral dreapta și lateral stînga.

Scanned with OKEN Scanner

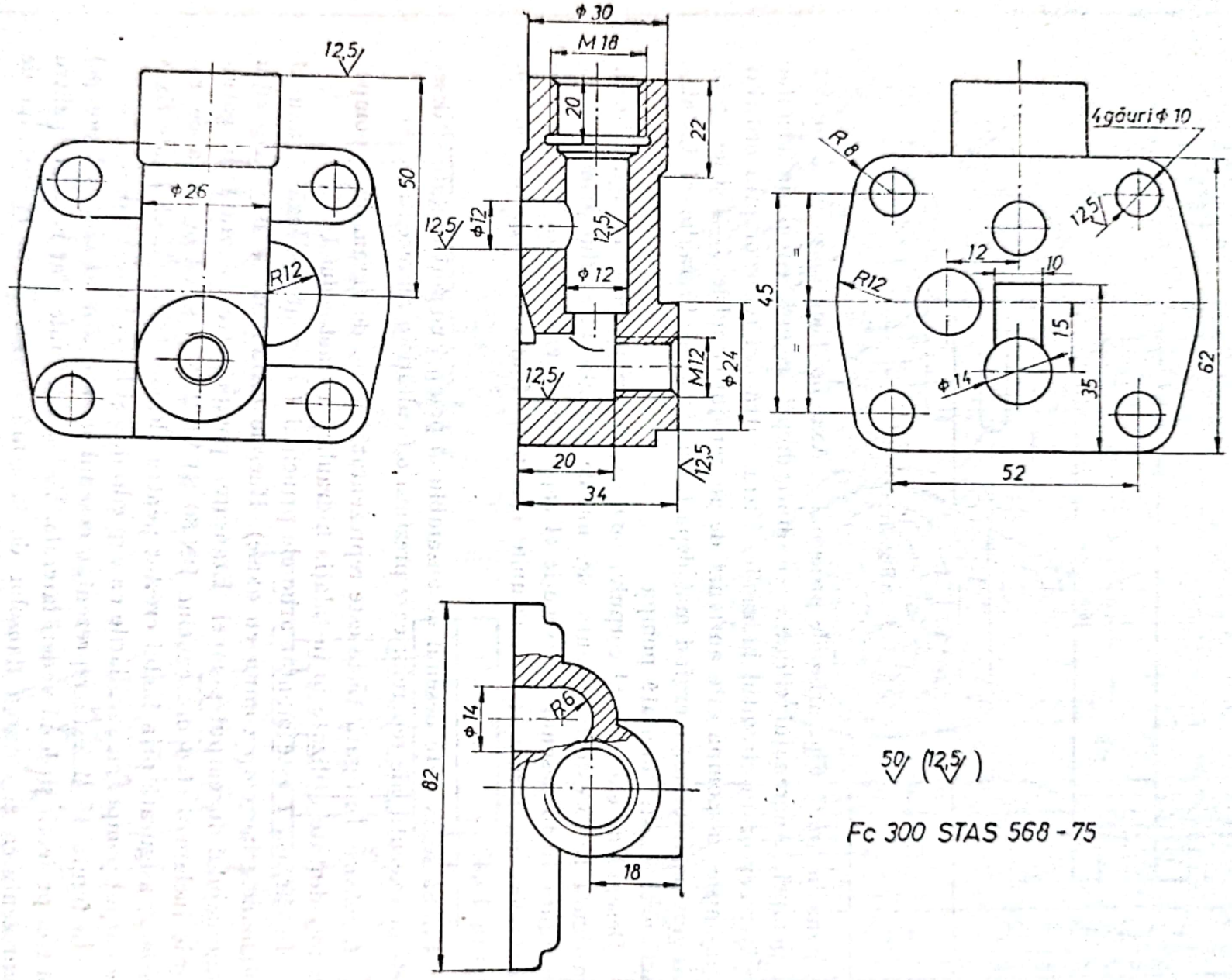


Fig. 15.46

Scanned with OKEN Scanner

Modulul		7
Numărul de dinți		3
Cremaliera de referință		20°-1-0,25 STAS 821-63
Diametrul de rostogolire		26
Deplasarea specifică		+0,600
Lungimea peste 2 dinți		$28{,}72^{-0{,}142}_{-0{,}186}/2$
Clasa de precizie si jocul		7-JC STAS 6273-60
Distanța între axe		25 ± 0,25
Roata conjugată	Numărul de dinți	7
	Numărul desenului	

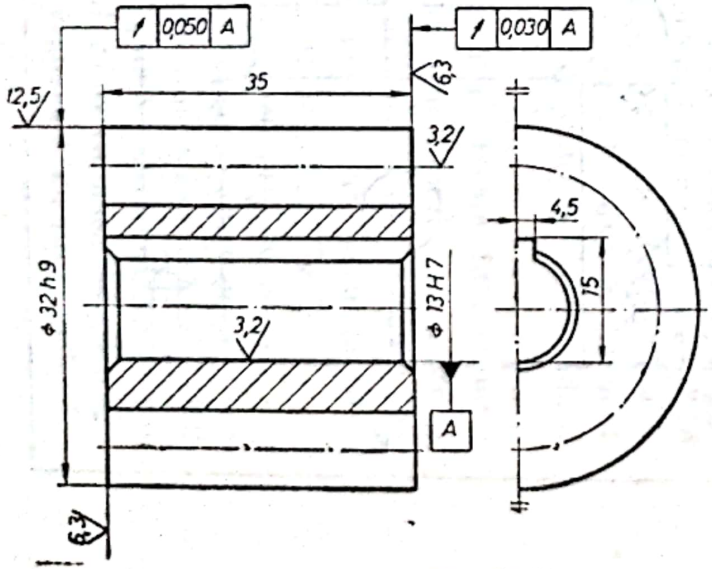
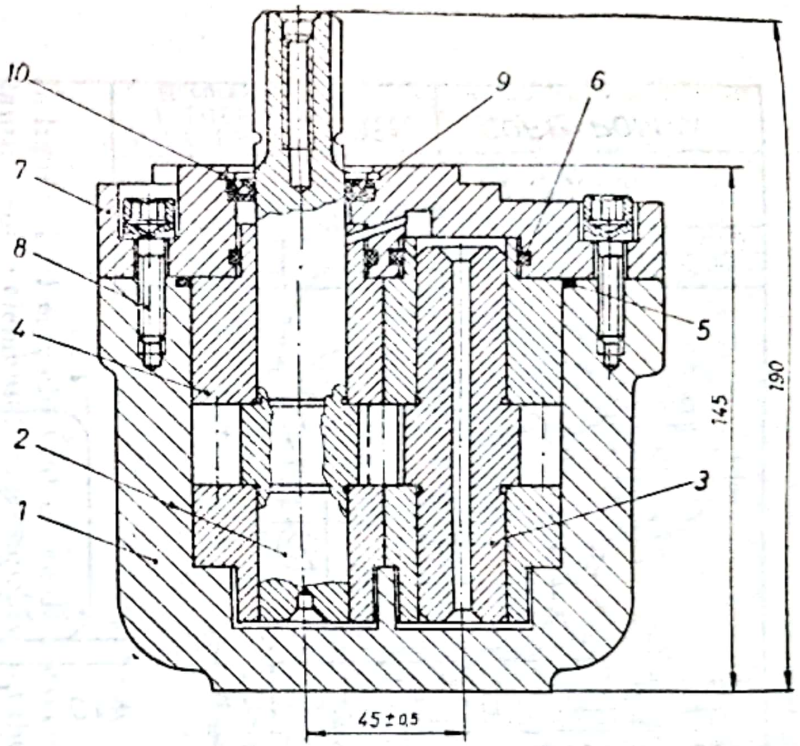


Fig. 15.47



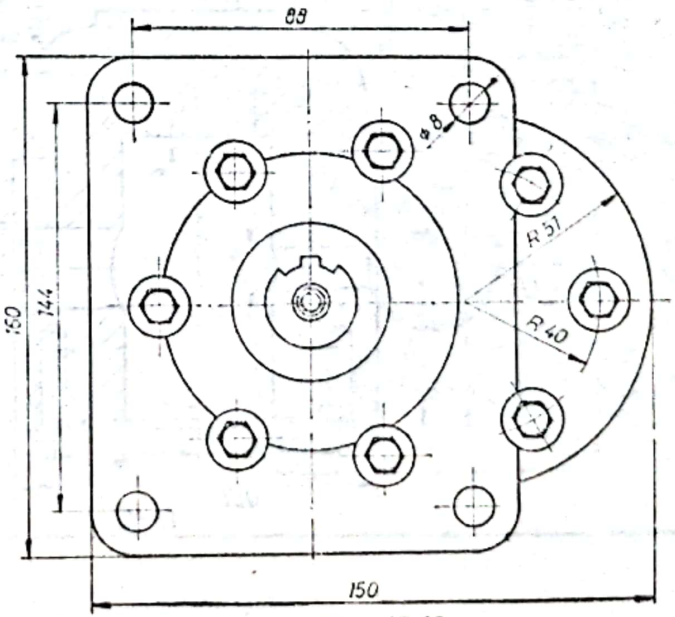


Fig. 15.48

Scanned with OKEN Scanner

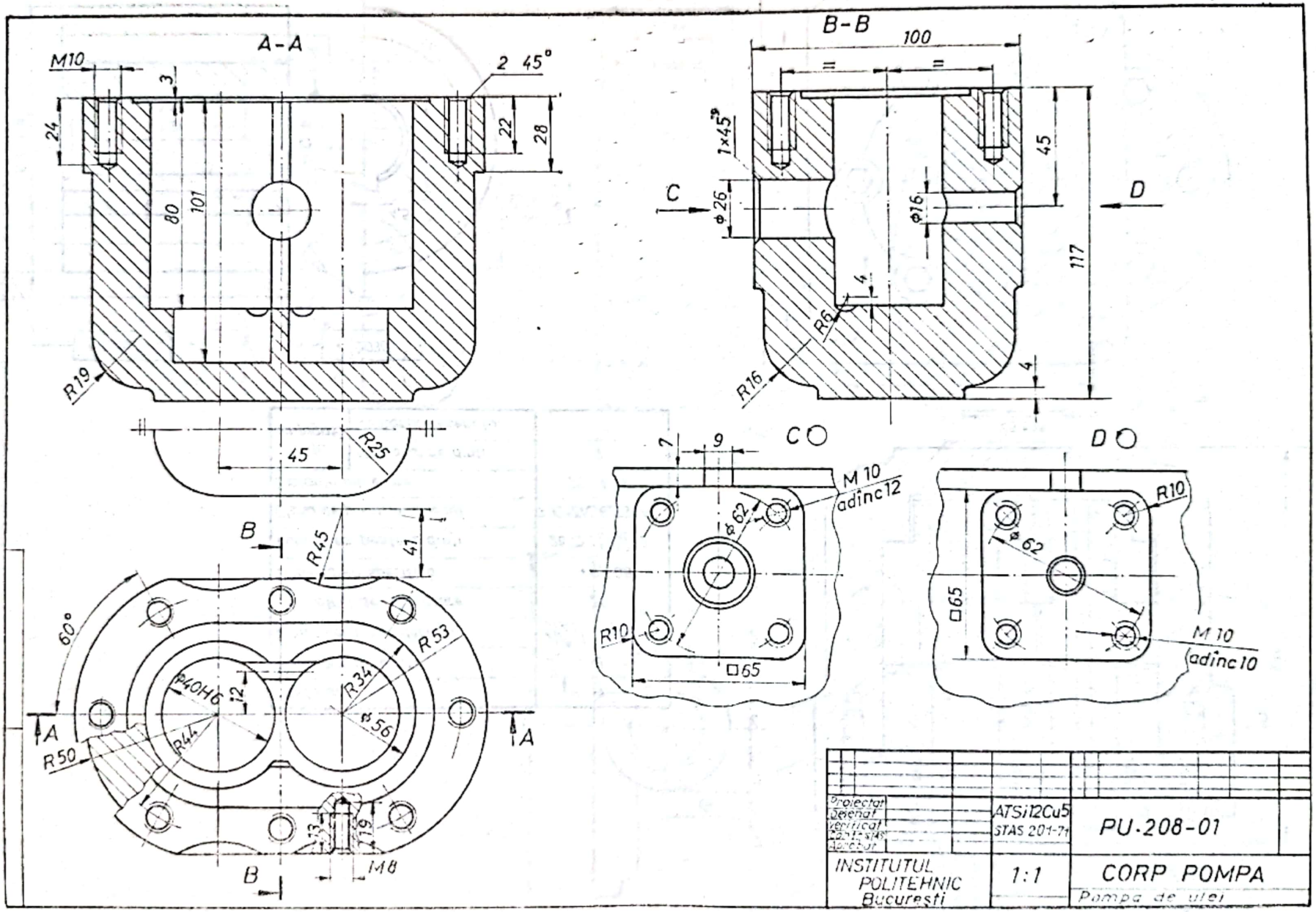


Fig. 15.49

Scanned with OKEN Scanner

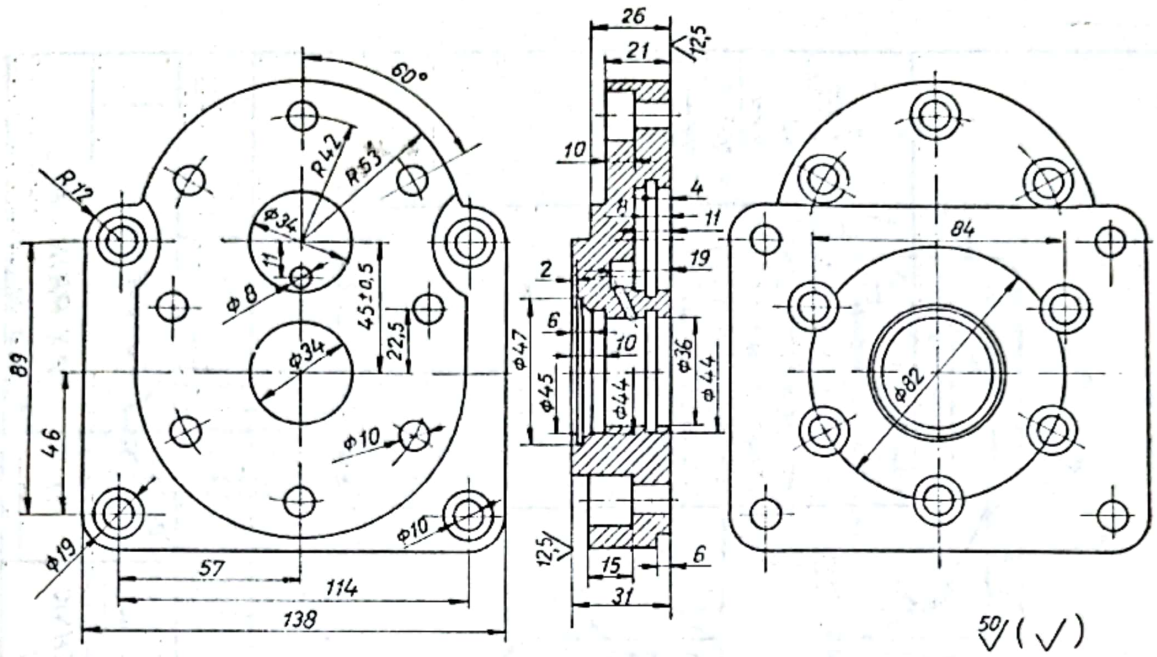


Fig. 15.50

În figura 15.51 este efectuat desenul de execuție al axului principal, iar pentru dantură toate elementele sînt indicate în tabelul prevăzut pe desen.

15. Să se execute desenul de ansamblu al unui compresor de aer cu un cilindru.

Rezolvare. În figura 15.52 este reprezentat desenul de ansamblu al unui compresor de aer cu un cilindru.

Arborele cotit *4*, montat în cilindrul *27* pe lagărele de rostogolire constituite din rulmenții radiali cu bile *9* și *32*, primește mișcarea de rotație prin roata de curea trapezoidală *28*, fixată cu pana disc *36* și asigurată cu șaiba *37*, piulița crenelată *35* și cuiul spintecat *34*. Biela *12* este asamblată cu pistonul *13*, prin intermediul bolțului *16* și al bucșei antifricțiune *14*. Bolțul *16* este asigurat cu inelele crestate pentru alezaj *15*. Corpul bielei *12* este asamblat prin capacul *5*, cuzinetul *10* și bucșa *11* pe arborele cotit *4*. Capacul bielei este strîns cu șuruburile cu cap hexagonal *6* și piulițele hexagonale *8* și asigurat cu cuiele spintecate *7*.

Etanșarea cilindrului compresorului cu talpa *1* de fixare în instalație se realizează prin garnitura *38* de clingherit. Capacele laterale stînga *26* și dreapta *3* sînt fixate cu șuruburile cu cap hexagonal *29* și șaibele Grower *30*, respectiv *39* și *40*. Etanșarea capacelor laterale este asigurată cu garniturile de clingherit *31* și *2*, iar arborele cotit cu manșeta de rotație *33*.

Etanșarea pistonului *13* cu cilindrul *1* se realizează prin segmenții *17*.

Partea superioară a compresorului constituie camera supapelor, montate în chiulasa *25*. Supapele sînt constituite din scaunele *19* și *21*, arcul *22* și plăcuța *20*. În chiulasa *25* mai este montat și dopul de vizitare *23* cu garnitura de clingherit *24*. Etanșarea dintre cilindrul *27* și chiulasa *25* se realizează prin garnitura *18*, iar fixarea acesteia se realizează cu prezoanele *41*, șaibele Grower *42* și piulițele hexagonale *43*.

Scanned with OKEN Scanner

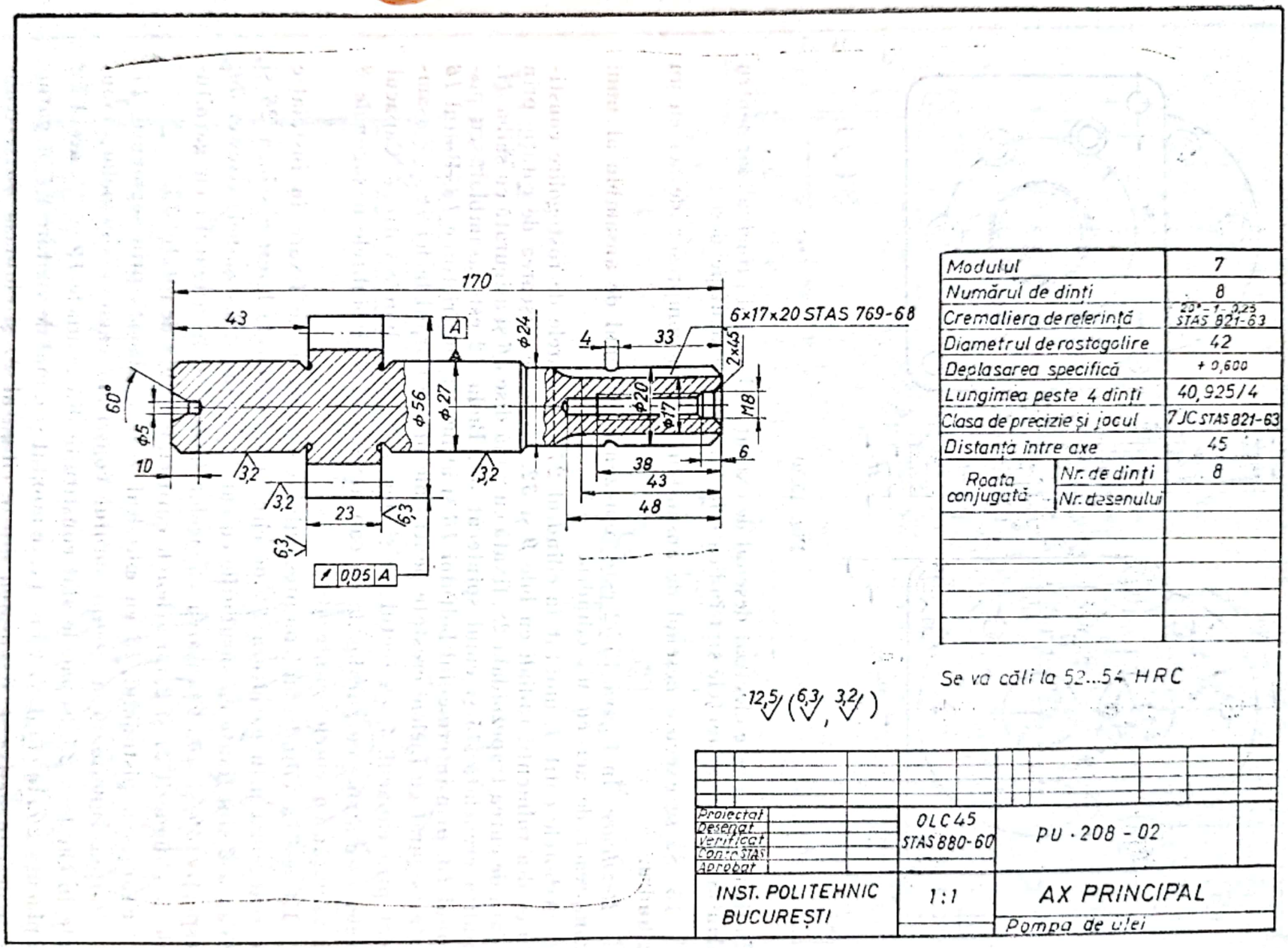


Fig. 15.51

Scanned with OKEN Scanner

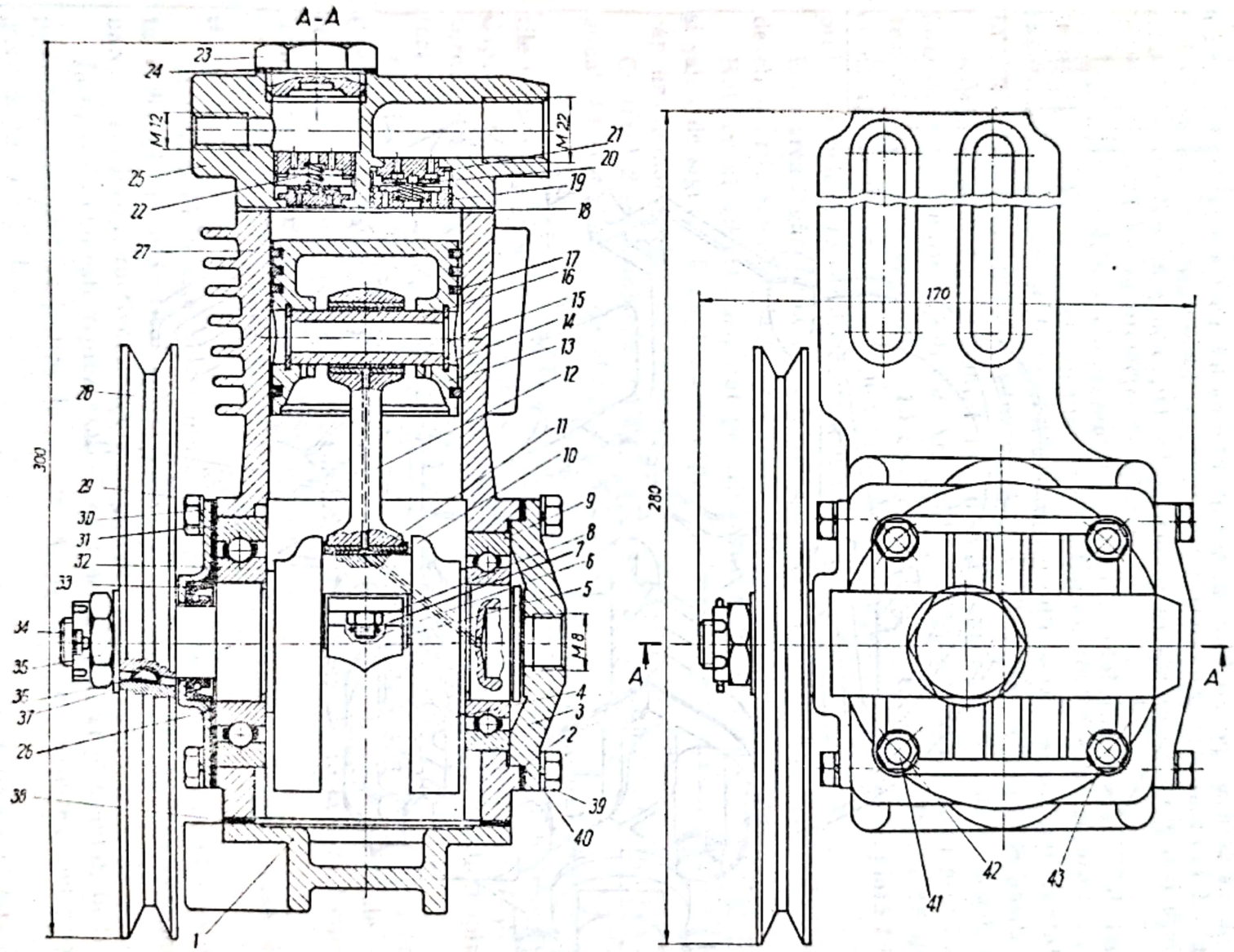


Fig. 15.52

Scanned with OKEN Scanner

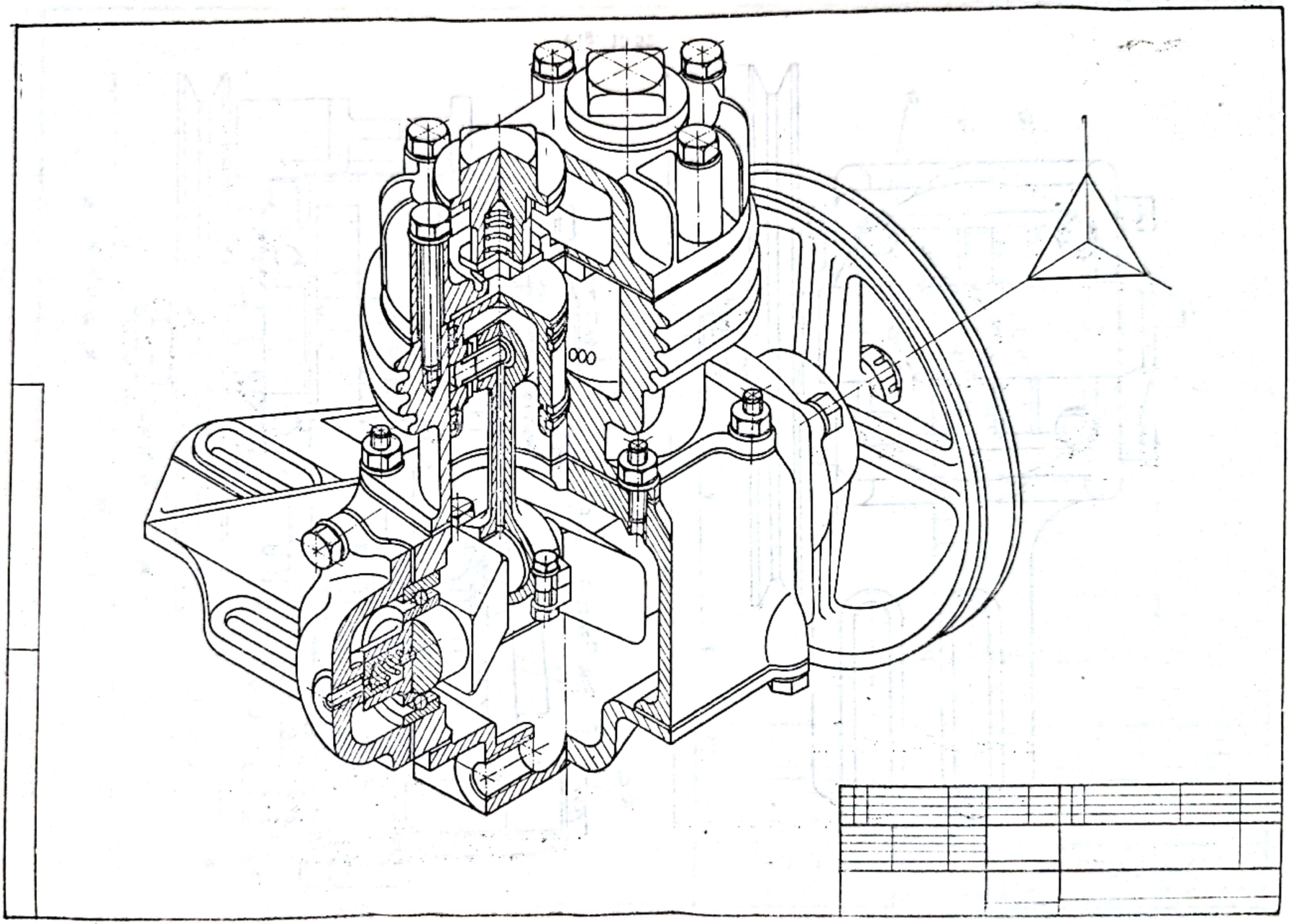


Fig. 15.53

Scanned with OKEN Scanner

16. Să se execute desenul de ansamblu al unui compresor de aer cu doi cilindri şi a desenelor de execuţie a cîtorva repere ce prezintă dificultăţi în reprezentare.

Rezolvare. Avînd în vedere forma constructivă deosebit de complexă a compresorului de aer cu doi cilindri, în figura 15.53 s-a reprezentat axonometric izometric compresorul, secţionînd un sfert din tot ansamblul. În felul acesta, avînd imaginea spaţială a ansamblului, se poate trece mai uşor la reprezentarea lui în proiecţie ortogonală.

În figura 15.54, *a* s-a reprezentat o secţiune totală în plan vertical, iar în figura 15.54, *b* o vedere în plan lateral. Considerînd necesar ca acest ansamblu să fie însoţit şi de tabelul de componenţă, acesta a fost reprezentat în figura 15.54, *c*, separat pe format A4, avînd un număr mare de poziţii.

Arborele cotit *4* este montat în carterul *2* prin lagărele de rostogolire formate de rulmenţii radiali *10*. Arborele cotit *4* primeşte mişcarea prin intermediul roţii de transmisie *15* cu cureaua trapezoidală *14*. Roata *15* de curea trapezoidală este fixată pe arborele cotit *4* cu pana-disc *19*, şaiba plată *16*, piuliţa crenelată *18* şi asigurată cu cuiul spintecat *17*.

Etanşarea lagărelor de rostogolire laterale este asigurată de garniturile *11* de clingherit, capacele laterale *1* şi *12* şi manşeta de rotaţie *21*.

Rulmentul *10* este asigurat pe arbore prin piuliţa rotundă canelată *21* şi şaiba de siguranţă *22*. Fixarea capacelor laterale se face cu şuruburile cu cap hexagonal *13*.

Carterul *2* se asamblează cu baia de ulei *3*, prin şuruburile cu cap hexagonal *13* şi garnitura de clingherit *42*.

Bielele *24* se asamblează cu pistonul *26* prin bolţul *35*, lagărul *36* şi dopurile presate *31*. Segmenţii *25* etanşează pistonul *26* în corpul cilindrilor *27*. Capacul bielei *6* este asamblat de corpul bielei *24*, pe arborele cotit *4*, prin şurubul cu cap hexagonal *5*, şaiba Grower *7*, piuliţa crenelată *8* şi cuiul spintecat *9*.

Chiulasa *28* conţine dopurile filetate *30*, asamblate cu şaibele Grower *32*. Corpurile *30* ale supapelor constituie ghidajul arcurilor cilindrice elicoidale *33* ce apasă pe plăcuţa *34* a supapei. Chiulasa *28* este asamblată la corpul cilindrilor prin şuruburile cu cap hexagonal *28*.

Ungerea lagărelor bielelor pe arborele cotit se realizează prin piesa *38* şi arcul *39*.

În figura 15.55 este reprezentat desenul de execuţie al arborelui cotit, în vedere în plan vertical cu secţiuni parţiale şi rupturi, pentru determinarea formei constructive şi a dimensiunilor.

În figura 15.56 este reprezentat desenul de execuţie al pistonului, în trei proiecţii, utilizînd secţiunea în trepte $A-A$ pentru definirea poziţiilor găurilor radiale $\varnothing$ 1.

În figura 15.57 este reprezentat desenul de execuţie al capacului lateral poziţia *12* în desenul de ansamblu (v. fig. 15.54), utilizînd secţiunea frîntă $A-A$ cu rabatare în plan vertical, pentru a se vedea şi găurile de fixare $\varnothing$ 10.

În figura 15.58 este reprezentat desenul de execuţie al blocului cilindrilor.

Scanned with OKEN Scanner

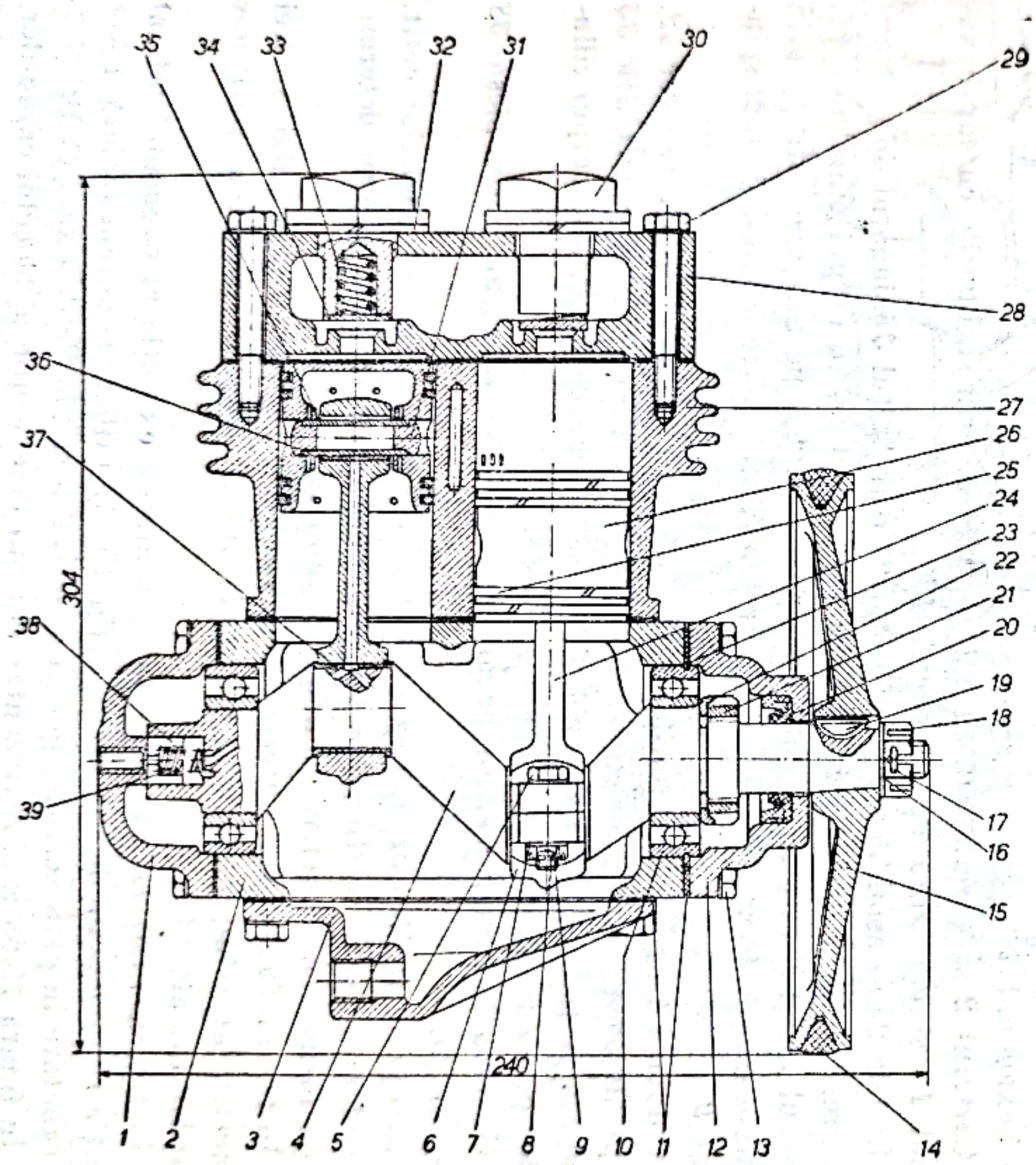


Fig. 15.54, *a*

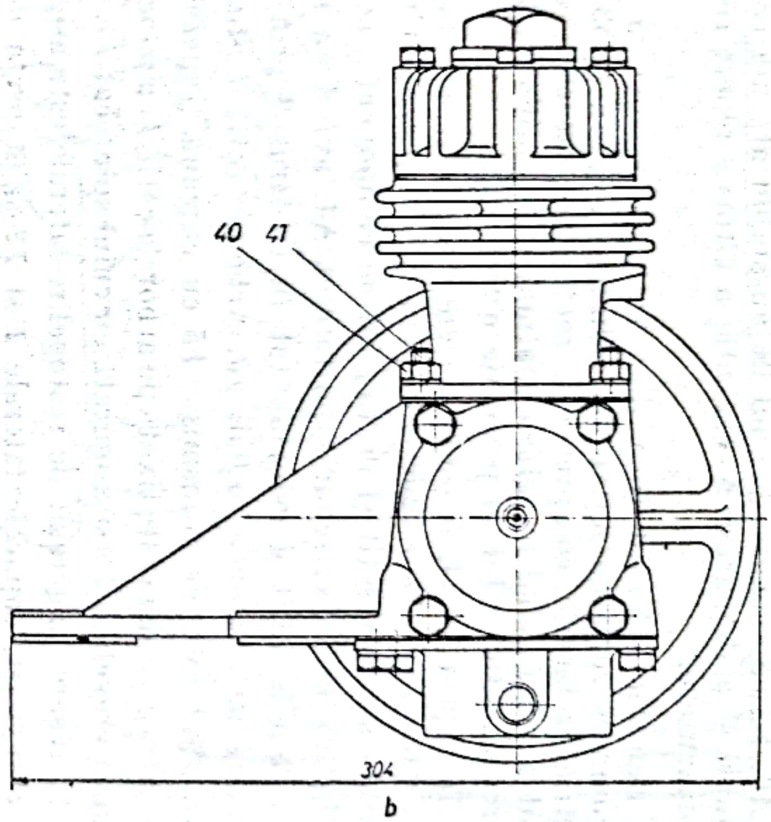


Fig. 15.54, *b*

Scanned with OKEN Scanner

Poz	Denumirea	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observații	Masa netă kg/buc.
42	Garnitură		1	clingherit		
41	Prezon A-M10x40	STAS 3953-67	6	OL 37		
40	Piuliță hexag. M10	STAS 922-76	6	OL 37		
39	Arc de torsiune		1	RR 2,5		
38	Bucșe reglare ulei		1	OL 42		
37	Lagăr bielă		2	Cu Sn 14		
36	Lagăr bolț		2	Cu Sn 14		
35	Bolț		2	OLC 45		
34	Clapetă		2	OLC 45		
33	Arc de compresiune		2	RR 3		
32	Inel de siguranță N30	STAS 2731-51	2	RM 1,5		
31	Dop presat		2	OL 42		
30	Corp supapă		2	OL 42		
29	Șurub cap hex.M8x40	STAS 920-69	6	OL 37		
28	Chiulasă	CA-104-01	1	Fc 300	Turnat	
27	Corp cilindrii		1	Fc x300	Turnat	
26	Piston		2	Fc x 300	Turnat	
25	Segment		8	Fcx 300	Turnat	
24	Bielă		2	Fc x 300	Turnat	
23	Inel de alezaj ϕ 66	STAS 5848-59	1	RM 1,5		
22	Siguranță	STAS 10522-76	1	OL 37		
21	Piuliță canelată M30	STAS 5012-55	1	OL 37		
20	Manșetă etanșare	STAS 5907-67	1		Subans.	
19	Pană disc 4x6,5	STAS 1012-71	1	OL 60		
18	Piuliță crenelată M14	STAS 4072-64	1	OL 37		
17	Cui spintecat ϕ 4	STAS 1991-65	1	OL 42		
16	Șaibă ϕ 14,5 x ϕ 28x2	STAS 1388-66	1	OL 37		
15	Roată de transmisie		1	Fc 200	Turnat	
14	Curea trapezoidală	STAS 1164-67	1	cauciuc		
13	Șurub cap hex.M8x35	STAS 920-69	12	OL 37		
12	Capac dreapta		1	Fc 200	Turnat	
11	Garnitură		2	clingherit		
10	Rulment radial 16002	STAS 3041/1-68	2		Subans.	
9	Cui spintecat ϕ 2	STAS 1991-65	2	OL 42		
8	Piuliță crenelată M8	STAS 4072-64	2	OL 37		
7	Inel siguranță N8	STAS 2731-51	4	RM 1,5		
6	Capac bielă		2	Fc 200	Turnat	
5	Șurub cap hex.M8x1,5	STAS 920-69	4	OL 37		
4	Arbore cotit		1	13MoC11	Forjat	
3	Baia de ulei		1	Fc 200	Turat	
2	Carter		1	Fcx300	Turnat	
1	Capac stînga		1	Fc 200	Turnat	

Proiectat
Desenat
Verificat
Contr.STAS
Aprobat

Masa netă:

Data:

CA-104-00

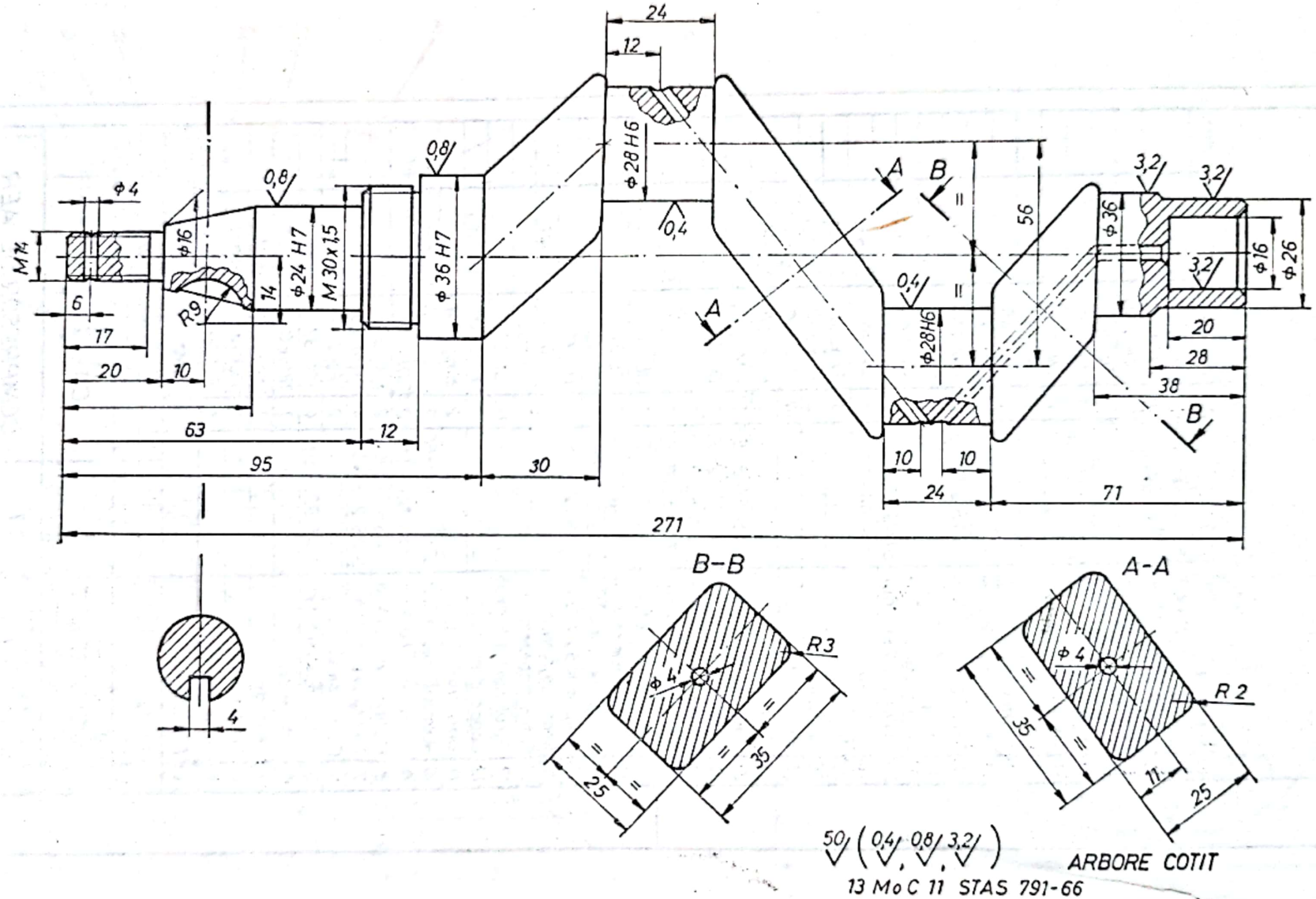
INTREPRINDERE DE MASINI GRELE BUCURESTI

1:1

COMPRESOR DE AER

Fig. 15.54, c

Scanned with OKEN Scanner



24
12
0,8
0,8
Φ 4
M14
Φ16
R9
6
17
20
10
14
Φ24 H7
M 30x1,5
Φ 36 H7
63
12
95
30
Φ 28 H6
0,4
A
B
56
0,4
Φ28H6
10
10
24
71
271
3,2
3,2
Φ36
3,2
Φ16
Φ26
20
28
38
B
B-B
R3
Φ 4
35
25
A-A
Φ 4
R 2
35
11
25
4
50 (0,4, 0,8, 3,2)
ARBORE COTIT
13 MoC 11 STAS 791-66

Fig. 15.55

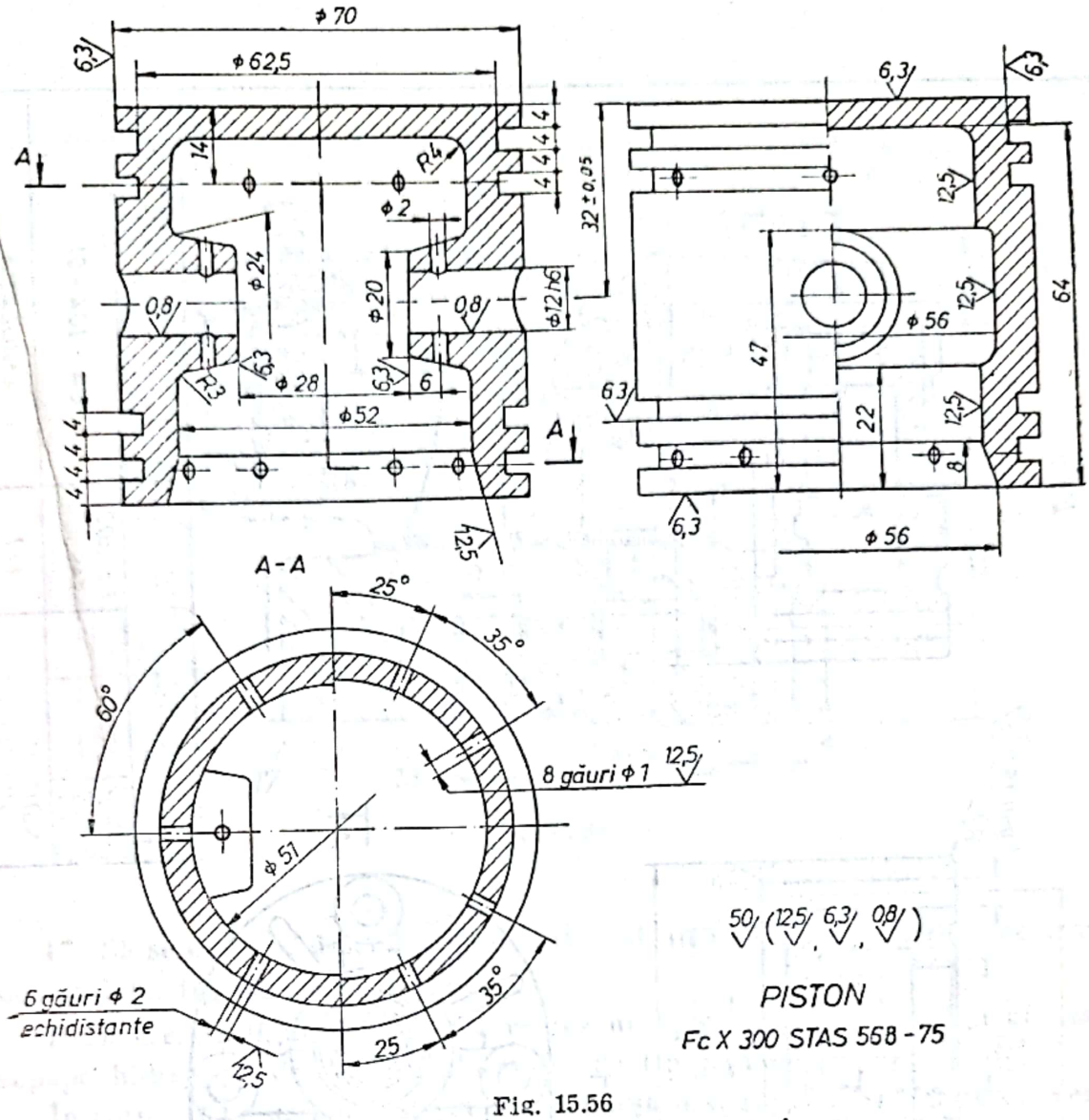


Fig. 15.56

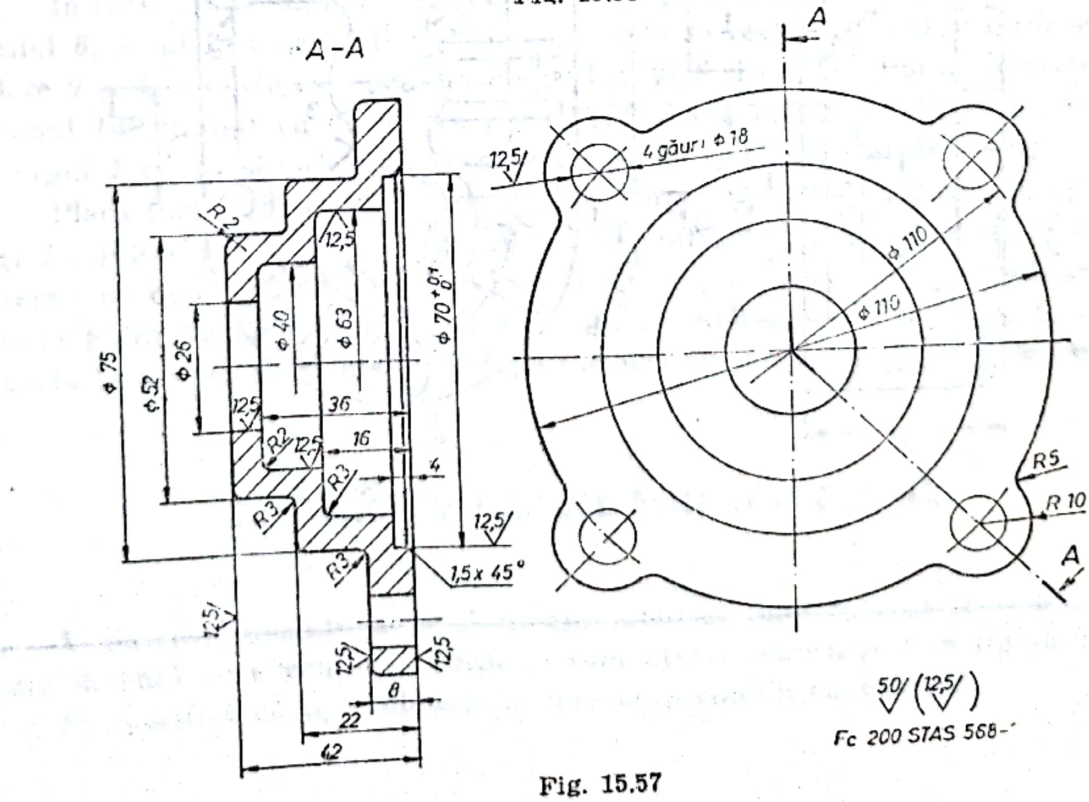


Fig. 15.57

Scanned with OKEN Scanner

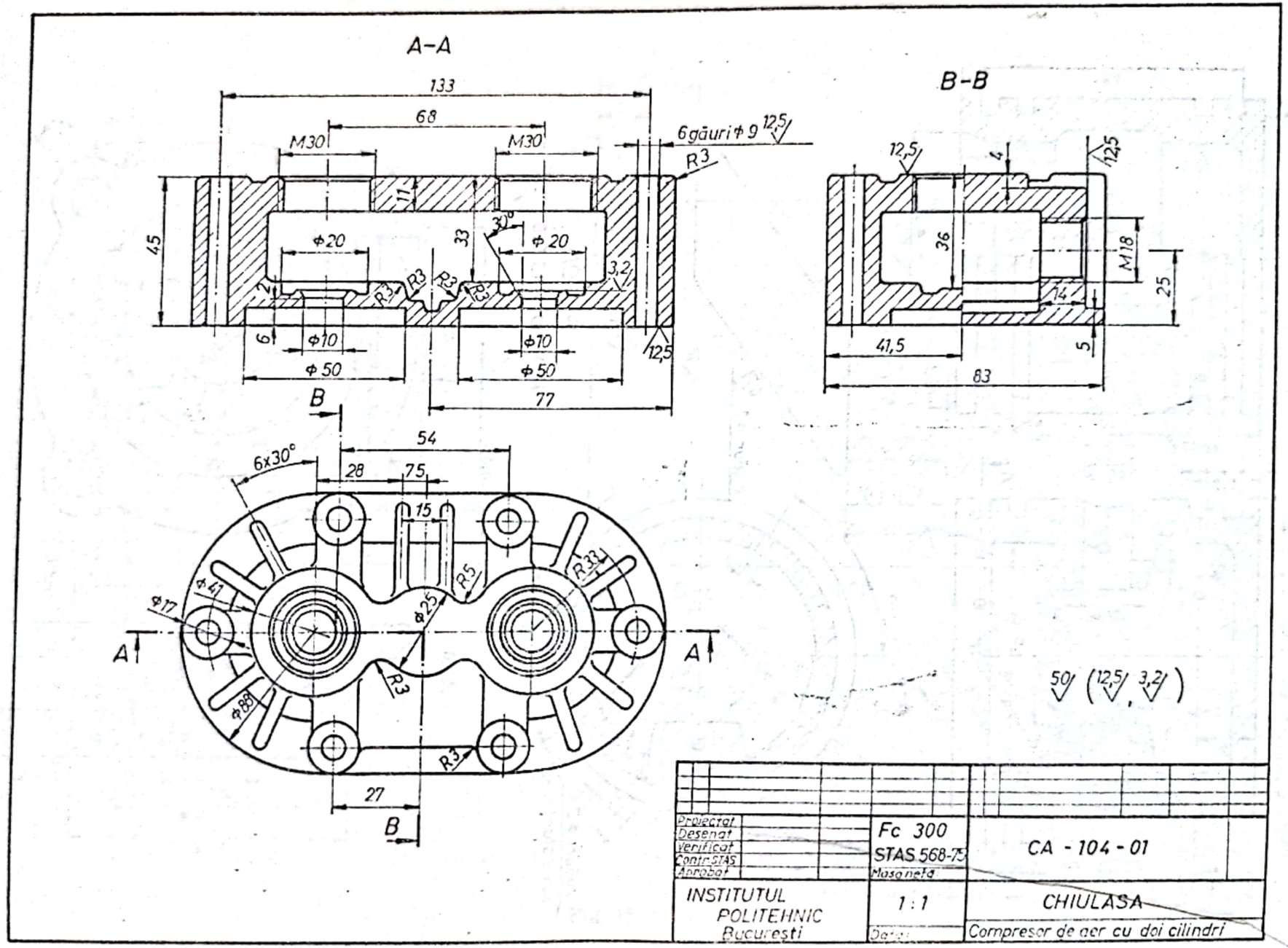


Fig. 15.58

Scanned with OKEN Scanner

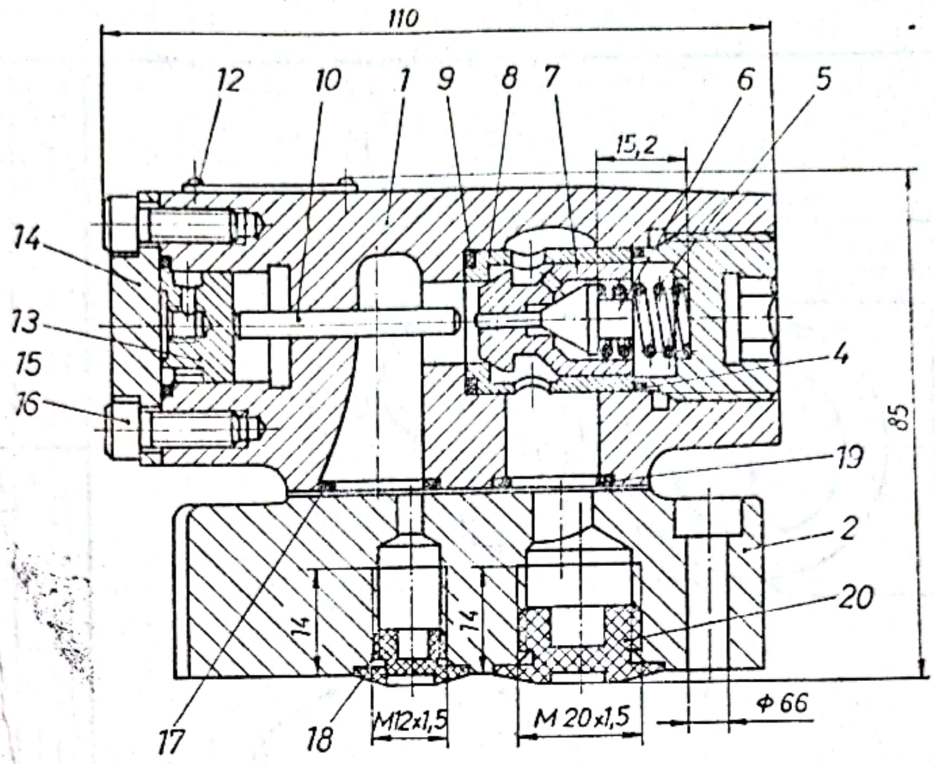


Fig. 15.59

17. Să se execute desenul de ansamblu al unei supape hidraulice de sens, deblocabilă, tip panou.

Rezolvare. În figura 15.59 este reprezentat desenul de ansamblu al unei supape hidraulice de sens, deblocabilă, de tip panou.

În corpul *1* al supapei este montată bucșa *8* și supapa *7*, reglate cu ventilul *6*, arcul *5* și dopul filetat *3*. Etanșarea se realizează cu garniturile inelare *9* și *4*. Tija *10* este acționată de ventilul *6* și la rîndul ei acționează pistonul *13*, etanșat cu garnitura inelară *15*. Capacul lateral *14* este fixat pe corpul *1* cu șuruburile cu cap cilindric și locaș hexagonal *16*.

Placa inferioară *2* este etanșată de corpul *1* cu garniturile inelare *17* și *19*. Filetele M 12 × 1,5 și M 20 × 1,5, pentru legătura la rețea, sînt protejate cu dopurile din polietilenă *18* și *20*. Supapa de sens se fixează pe panoul hidraulic cu șuruburi, șaibe și piulițe montate în găurile ∅ 6,6. Eticheta *11* a produsului este fixată pe corpul *1* cu șuruburile cu cap crestat *12*.

15.4. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se reprezinte desenul de ansamblu al unui robinet cu ventil care are desenul de execuție al corpului robinetului reprezentat în figura 15.60.

Se specifică că tija robinetului face corp comun cu ventilul.

Scanned with OKEN Scanner

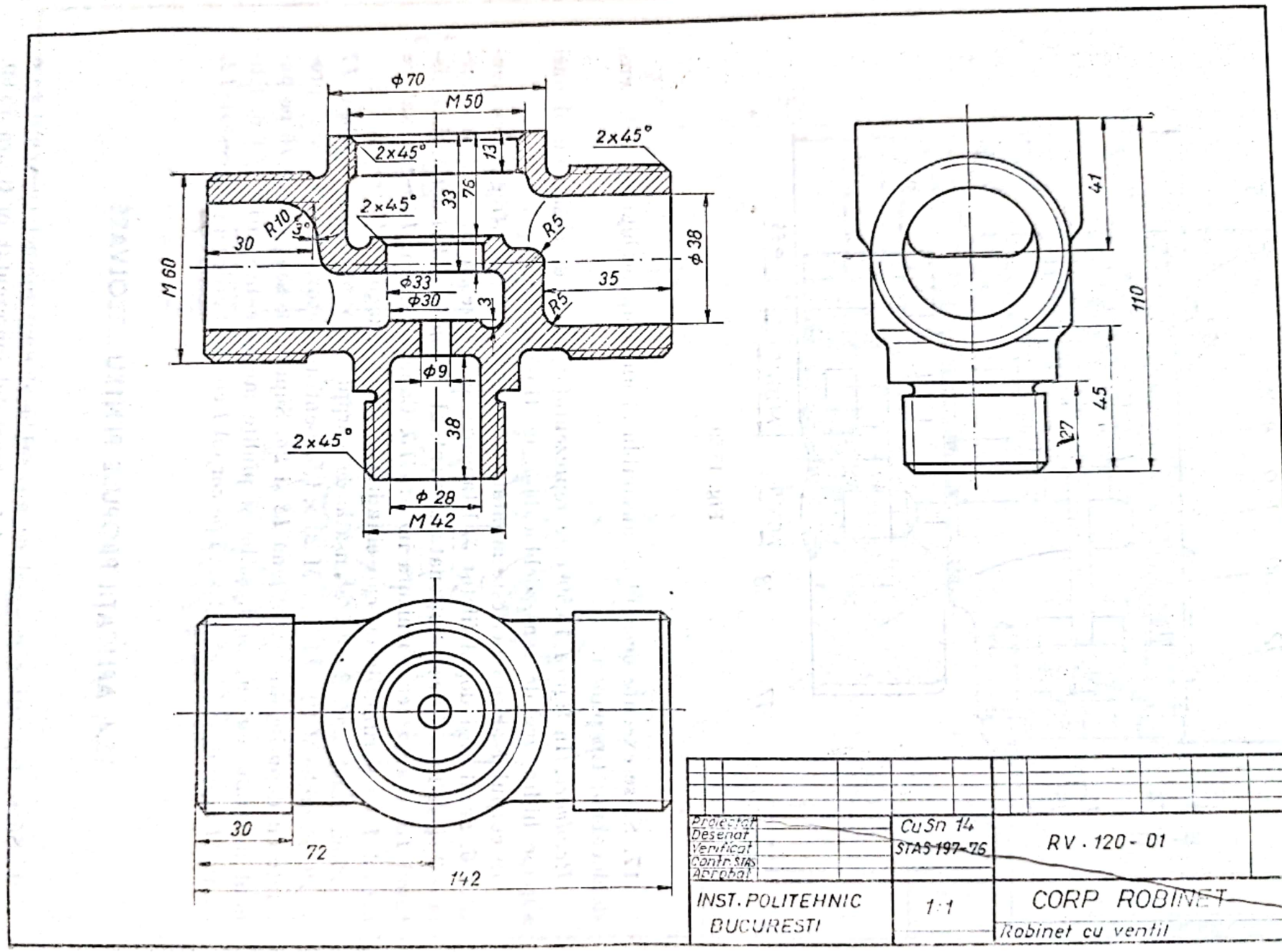


Fig. 15.60

Scanned with OKEN Scanner

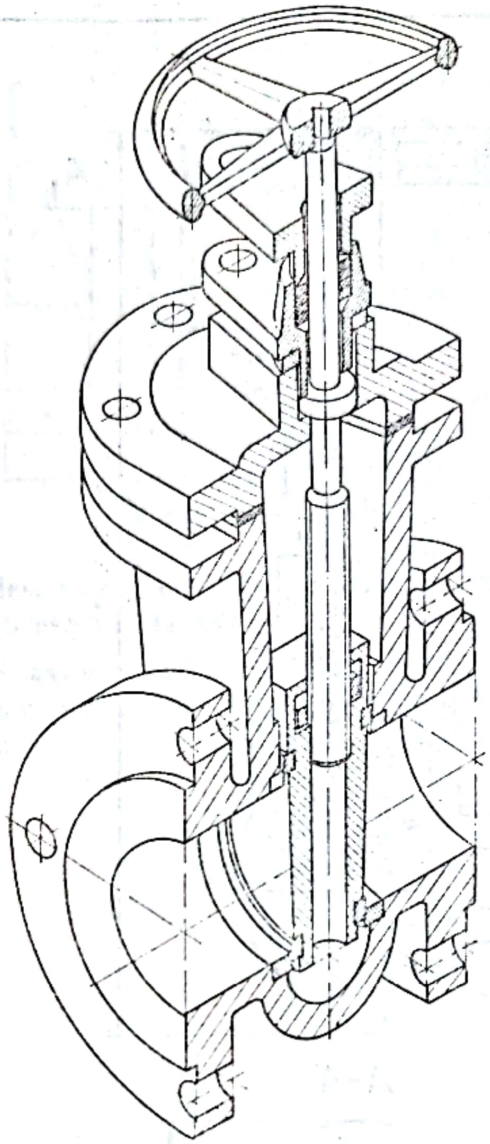


Fig. 15.61

2. Să se reprezinte proiecțiile ortogonale ale venei cu sertar, reprezentată axonometric izometric, în secțiune totală, în figura 15.61.

3. Să se reprezinte desenele de execuție ale pieselor componente ce intră în alcătuirea robinetului cu ventil din figura 15.62.

4. Să se reprezinte desenul de execuție al cepului robinetului al cărui desen de ansamblu este reprezentat în figura 15.15.

5. Să se reprezinte desenul de execuție al corpului robinetului al cărui ansamblu este reprezentat în figura 15.14.

6. Să se reprezinte desenul de execuție al cepului robinetului al cărui ansamblu este reprezentat în figura 15.14.

7. Să se reprezinte desenul de execuție al manetei de acționare a robinetului din figura 15.12.

8. Să se reprezinte desenul de execuție al bielei compresorului de aer din figura 15.54.

Scanned with OKEN Scanner

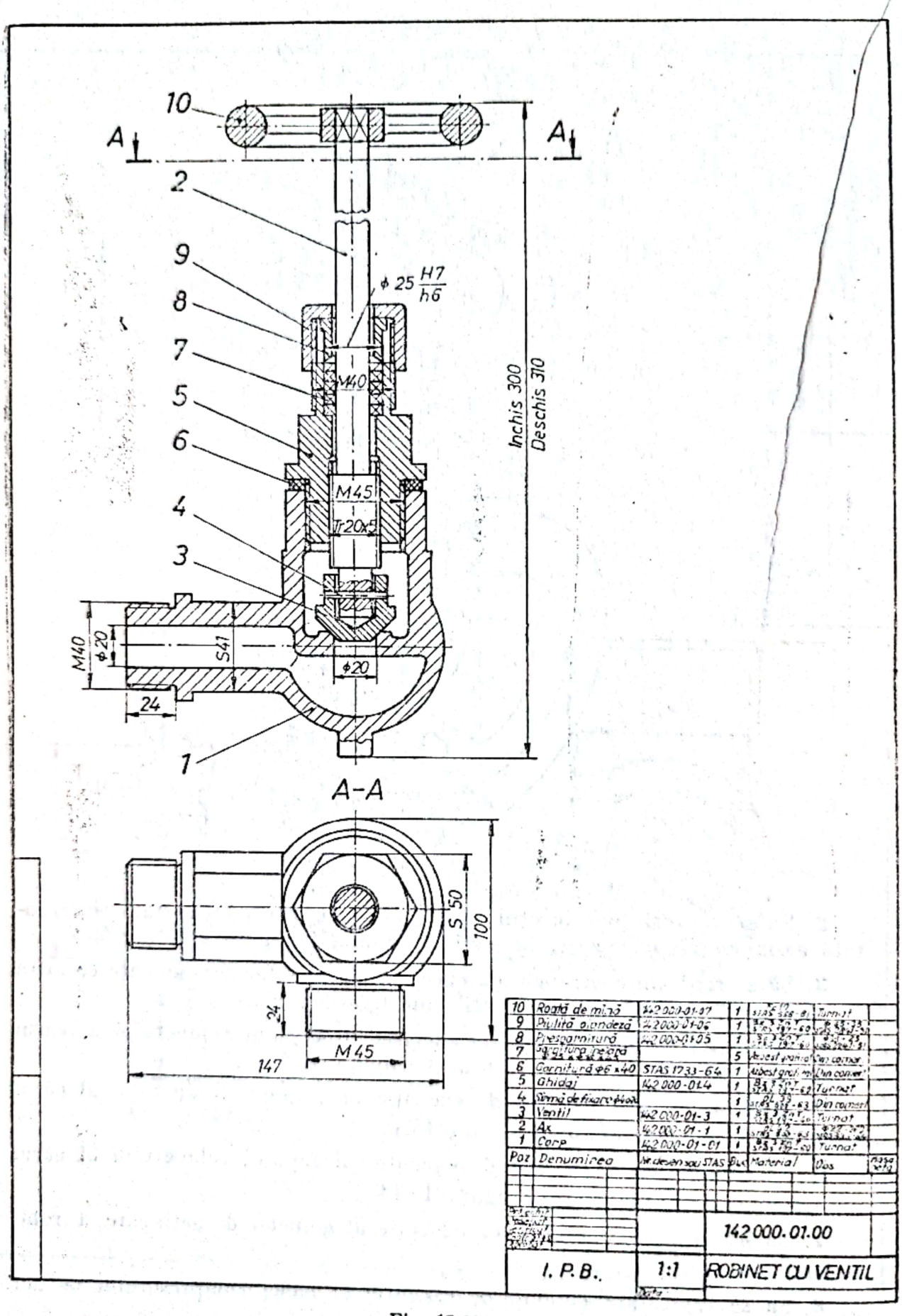

10
A
A
2
9
8
7
5
6
4
3
1
ϕ 25 H7/h6
M40
M45
Tr20x5
Inchis 300
Deschis 310
M40
ϕ20
S41
ϕ20
24
A-A
S 50
100
24
M45
147
10 Roată de mînă 142 000-01-07 1 Turnat
9 Piuliță olandeză 142 000-01-06 1
8 Presgarnitură 142 000-01-05 1
7 Garnitură inelară 5 Azbest grafitat Din comer.
6 Garnitură ϕ6 x40 STAS 1733-64 1 Azbest grafitat Din comer.
5 Ghidaj 142 000-01-4 1 Turnat
4 Sîrmă de fixare ϕ4x20 1 Din comer.
3 Ventil 142 000-01-3 1 Turnat
2 Ax 142 000-01-1 1
1 Corp 142 000-01-01 1 Turnat
Poz Denumirea Nr. desen sau STAS Buc Material Dos
142 000.01.00
I. P. B.
1:1
ROBINET CU VENTIL

Fig. 15.62

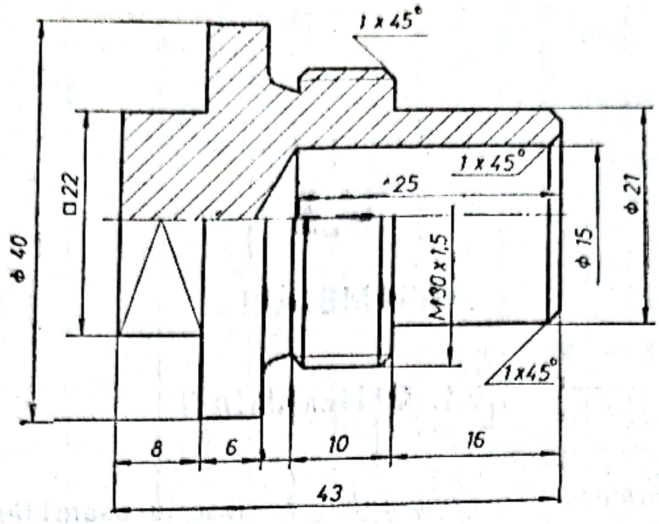


Fig. 15.63

9. Să se reprezinte desenul de execuţie al roţii de transmisie pentru curea trapezoidală de la compresorul de aer din figura 15.52.

10. Să se reprezinte axonometric izometric corpul supapei, poziţia 30, de la compresorul de aer din figura 15.54, al cărui desen de execuţie este reprezentat în figura 15.63.

Scanned with OKEN Scanner

16

ASAMBLĂRI

16.1. GENERALITĂȚI

În cadrul *asamblărilor nedemontabile* se înscriu asamblările prin nituire, prin sudare sau lipire.

Forma și dimensiunile niturilor, din oțel, cu cap semirotund STAS 797-67 sînt indicate în tabelul 16.1, iar ale niturilor tubulare STAS 8496-69, în tabelul 16.2. Un exemplu de asamblare prin nituire a două table, de grosime s, așezate cap la cap, cu două eclise și cu nituri cu cap semirotund este prezentat în figura 16.1. Niturile sînt așezate pe două rînduri decalate între ele. La asamblarea discului de ambreiaj se utilizează nituri cu cap tronconic (fig. 16.2, *a*) sau nituri cu cap plat (fig. 16.2, *b*). La asamblarea materialelor plastice sau din piele se utilizează nituri tubulare (fig. 16.3).

Asamblarea prin sudare, utilizată des în industria constructoare de mașini, se reprezintă detaliat în funcție de tipul sudurii, conform tabelului 16.3. În figura 16.4 este exemplificat desenul de execuție al unui cadru de ghidaj, la care asamblarea guseelor laterale se execută prin sudură.

În cadrul *asamblărilor demontabile* se înscriu asamblările filetate, cu șurub, șaibă și piuliță, cu prezon șaibă și piuliță, prin caneluri, cu pene și asamblările elastice.

Dimensiunile șuruburilor cu cap hexagonal STAS 920-69 sînt prezentate în tabelul 16.4, iar dimensiunile piulițelor hexagonale STAS 922-76 în tabelul 16.5. Dimensiunile prezoanelor pentru înșurubat în oțel STAS 3953-67 sînt prezentate în tabelul 16.6, iar ale prezoanelor pentru asamblarea flanșelor STAS 8121/2-74 în tabelul 16.7.

Un exemplu de reprezentare a unei asamblări cu șurub cu cap hexagonal, șaibă și piuliță este prezentat în figura 16.5, iar în figura 16.6 este reprezentată o asamblare cu șurub cu cap hexagonal, piuliță crenelată și șplint. Asamblarea cu prezon este exemplificată în figura 16.7.

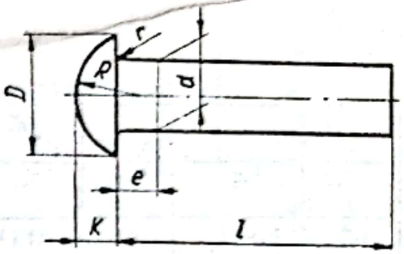
În cadrul asamblărilor demontabile, se utilizează pentru centrarea pieselor știfturi cilindrice STAS 1599-68 (v. tab. 16.8) sau știfturi conice STAS 3436-68 (v. tab. 16.9).

Un exemplu de realizare a unei asamblări cu șuruburi cu cap cilindric crestat și centrare cu știft cilindric este prezentat în figura 16.8. Urechea *1*

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.1

Nit cu cap semirotund
Dimensiuni
(După STAS 797-67)



Exemplu de notare a unui nit cu cap semirotund, cu diametrul $d = 16$ mm și lungimea $l = 80$ mm:

Nit 16×80 STAS 797-67

Dimensiuni, în mm

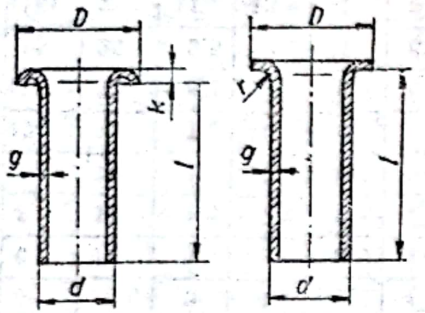
d nominal	D nominal	K nominal	R ≈	r max.	e	l nominal																					
1	1,8	0,6	1	0,2	1,5	2	3	4	5	6																	
1,2	2,1	0,7	1,2	0,2	1,5	3	4	5	6	7	8																
(1,4)	2,5	0,8	1,4	0,2	1,5	3	4	5	6	7	8	9															
1,6	2,0	1	1,6	0,2	1,5	3	4	5	6	7	8	9	10														
2	3,5	1,2	1,9	0,2	1,5	4	5	6	7	8	9	10	(11)	12	(13)	14											
2,5	4,4	1,5	2,4	0,2	3	5	6	7	8	9	10	(11)	12	(13)	14	(15)	16										
3	5,3	1,8	2,9	0,2	3	6	7	8	9	10	(11)	12	(13)	14	(15)	(16)	(17)	18	(19)	20							
(3,5)	6,3	2,1	3,4	0,4	3	7	8	9	10	(11)	12	(13)	14	(15)	16	(17)	18	(19)	20	22	24						
4	7,1	2,4	3,8	0,4	3	8	9	10	(11)	12	(13)	14	(15)	16	(17)	18	(19)	20	22	24	26						
5	8,8	3	4,7	0,4	4	8	9	10	(11)	12	(13)	14	(15)	16	(17)	18	(19)	20	22	24	26	28	30	32			
6	11	3,6	6	0,5	4	10	(11)	12	(13)	14	(15)	16	(17)	18	(19)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
8	14	4,8	7,5	0,5	4	16	(17)	18	(19)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50		
10	16	6	9	0,6	6	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	45	50								
12	19	7,2	10	0,8	6	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50									
(14)	22	8,4	11,4	0,8	6	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50											
16	25	9,5	13	1	6	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50												
(18)	27	11	13,8	1	8	34	36	38	40	42	45	48	50														
20	30	12	15,4	1	8	40	42	45	48	50																	

Observație: — Dimensiunile în paranteze se vor evita.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.2

Tip A **Tip B**



Nit tubular cu cap plat — Nit tubular cu cap bombat

Nituri tubulare
Dimensiuni
(După STAS 8496-69)

Exemplu de notare a unui nit tubular cu cap plat din Am 90 (tombac) STAS 290-62, cu diametrul $d = 2{,}5$ mm și lungimea $l = 10$ mm:
Nit tubular A 2,5×10 STAS 8496-69 Am 90 STAS 290-62.

Dimensiuni, în mm

d nominal	*D* nominal	*K* nominal	*r* max.	*g* nominal	*l* nominal										
1,5	2,5	0,3	0,20	0,25	3	4	5	6							
2	3	0,35	0,20	0,25	3	4	5	6	8						
2,5	3,5	0,4	0,25	0,25	3	4	5	6	8	10	12				
3	4,5	0,5	0,3	0,25	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
4	6	0,6	0,4	0,4	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20
5	7,5	0,8	0,5	0,4	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	
6	8,5	1,3	0,6	0,4	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20			

Observații:

— Dimensiunile din paranteze nu se recomandă.
— Pentru niturile tubulare fabricate din alt material se va ține seama de densitatea materialului respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

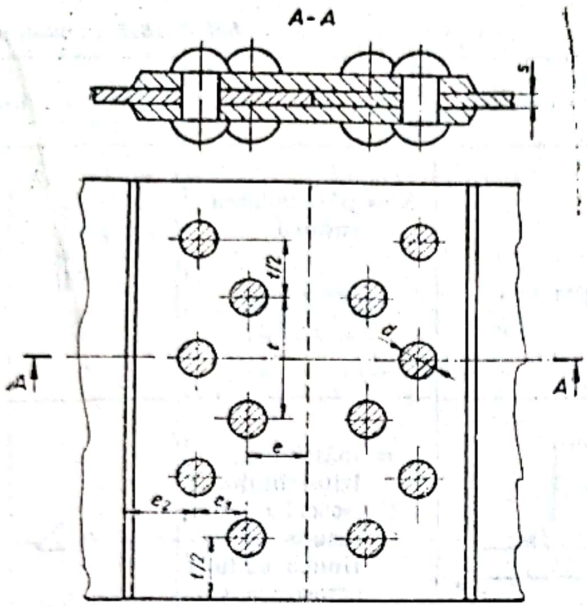


Fig. 16.1

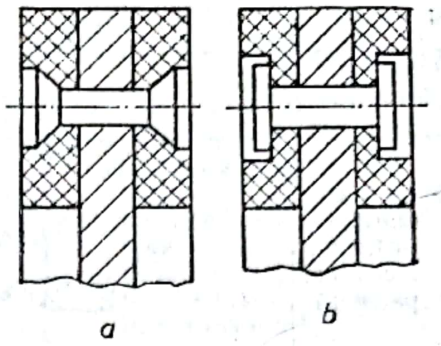


Fig. 16.2

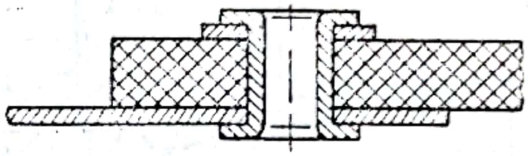
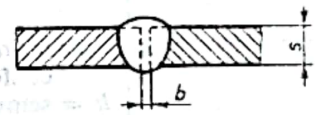
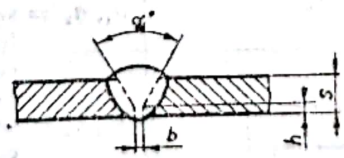
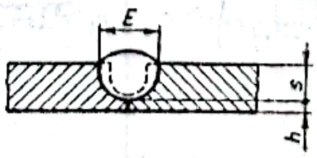


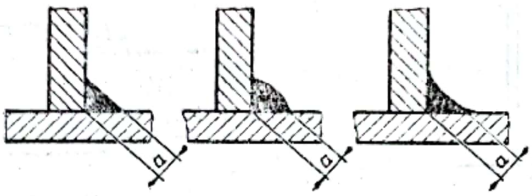
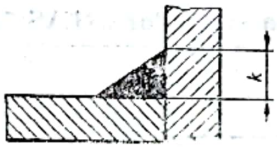
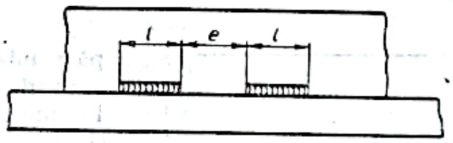
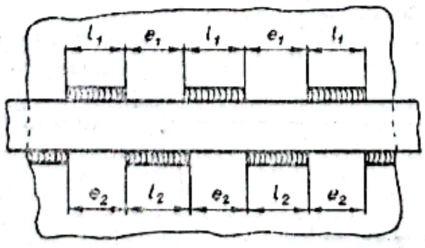
Fig. 16.3

Tabelul 16.3

Reprezentarea și notarea sudurilor (STAS 735-74)

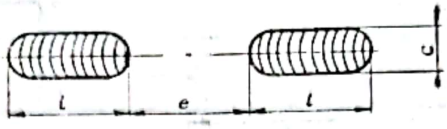
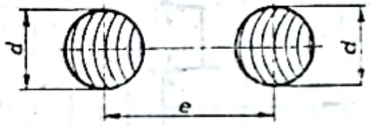
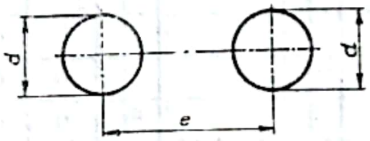
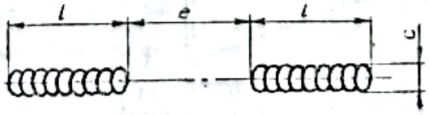
Poz.	Denumirea	Reprezentare detalită		Notare pe desen
1	Sudură cap la cap		S = pătrunderea sudurii l = lungimea sudurii b = deschiderea rostului E = lățimea sudurii h = înălțimea porțiunii neprelucrate a rostului α° = unghiul rostului Obs. Sudura nu s-a innegrit pentru a se putea evidenția dimensiunile rostului	b ‖ l
				s ‖ l
				α° b h l
				sxh E l

Tabelul 16.3 (continuare)

Poz.	Denumirea	Reprezentare detaliată		Notare pe desen
2	Sudură cu margini răsfrînte, incomplet pătrunsă		S = pătrunderea sudurii	s ‖
3	Sudură în colţ continuă		a = înălţimea triunghiului isoscel maxim, înscris în secţiunea sudurii (grosimea sudurii)	a △
4			k = cateta triunghiului isoscel maxim, înscris în secţiunea sudurii	k △
5	Sudură în colţ intermitentă		a = semnificaţia conform poz. 3 k = semnificaţia conform poz. 4 l = lungimea sudurii e = distanţa dintre două suduri succesive n = numărul sudurilor	a △ n x l x (e) sau k △ n x l x (e)
6	Sudură în colţ intermitentă alternantă		a_1, a_2 = semnificaţia conf. poz. 3 k_1, k_2 = semnificaţia conf. poz. 4 l_1, l_2 = semnificaţia conf. poz. 5 e_1, e_2 = semnificaţia conf. poz. 5 n_1, n_2 = semnificaţia conf. poz. 5	$\frac{a_1 \triangle n_1 x l_1 \frown (e_1)}{a_2 \quad n_2 x l_2 \smile (e_2)}$ sau $\frac{k_1 \triangle n_1 x l_1 \frown (e_1)}{k_2 \quad n_2 x l_2 \smile (e_2)}$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.3 (continuare)

Poz.	Denumirea	Reprezentare detaliată		Notare pe desen
7	Sudură în găuri alungite		c = lățimea sudurii l = lungimea sudurii e = distanța între două suduri succesive n = numărul sudurilor	c⌐¬n x l x (e)
8	Sudură în găuri rotunde		d = diametrul sudurii e = distanța între axele a două suduri succesive n = numărul sudurilor	d⌐¬n x (e)
9	Sudură prin puncte		d = diametrul sudurii e = semnificația conf. poz. 8 h = numărul sudurilor	d◯ n x (e)
10	Sudură în linie		c = lățimea sudurii l = lungimea sudurii e = semnificația conf. poz. 7 n = semnificația conf. poz. 5	e⊖ n x l x (e)

Scanned with OKEN Scanner

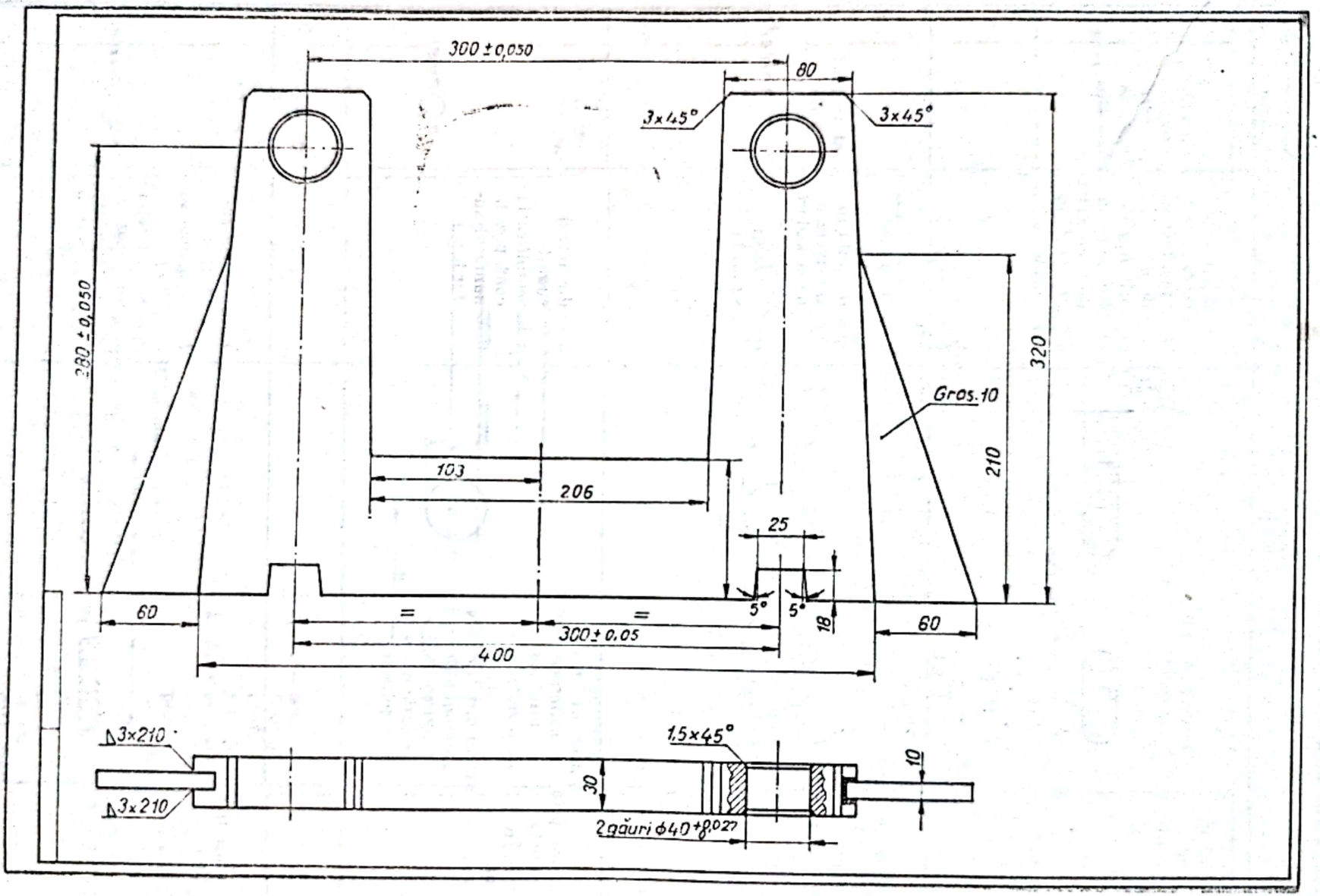

300 ± 0,050
80
3x45°
3x45°
330 ± 0,050
320
Gros.10
210
103
206
25
5°
5°
18
60
60
300 ± 0.05
400
Δ3x210
Δ3x210
1,5x45°
30
10
2 găuri ϕ40 +0,027

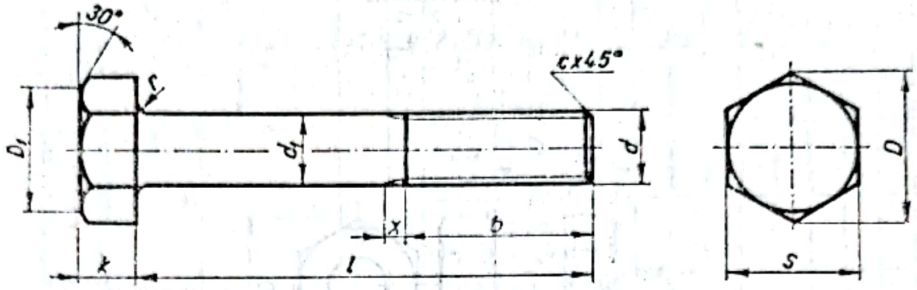
Fig. 16.4

Tabelul 16.4

Şuruburi cu cap hexagonal

Dimensiuni

(După STAS 920-69)



Exemplu de notare a unui şurub cu cap hexagonal, cu filet M 10 avînd toleranţa 8 g şi lungimea $l = 45$ mm :

Şurub M10 × 45 STAS 920-69

Dimensiunile, în mm

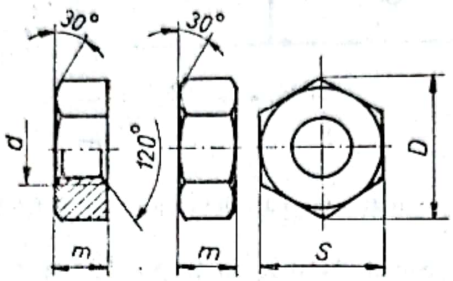
Filet d		M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	M42	M48
b	1	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	72	78	90	102
	2	—	—	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	78	84	96	108
	3	—	—	—	49	53	57	61	65	69	73	79	85	91	97	109	121
S		10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	65	75
D_{min}		10,9	14,2	18,7	20,9	23,9	26,2	29,6	33	35	39,6	45,2	50,9	55,4	60,8	72,1	83,4
K		4	5,5	7,0	8	9	10	12	13	14	15	17	19	21	23	26	30
d_1		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	42	48
l nominal		25															
		30	30														
		35	35	35													
		40	40	40	40												
		45	45	45	45	45											
		50	50	50	50	50	50										
		55	55	55	55	55	55	55									
		60	60	60	60	60	60	60	60								
		65	65	65	65	65	65	65	65	65							
		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70						
		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75					
			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				
				90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
				110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
				130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
				140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
				150	150	150	150	150	150	150	150	105	150	150	150	150	150

Scanned with OKEN Scanner

Piulițe hexagonale

Dimensiuni

(După STAS 922-76)



Forma B Forma A

Exemplu de notare a unei piulițe, forma B, cu filet M10: Piuliță B-M10 STAS 922-76

Dimensiunile, în mm

d	S		D min	m		d	S		D min	m	
	nominal	abateri limită		nominal	abateri limită		nominal	abateri limită		nominal	abateri limită
M6	10	0 −0,360	10,9	5	0 −1,200	(M22)	32		35,0	18	
M8	13		14,2	6,5		M24	36		39,6	19	
M10	17	0 −0,430	18,7	8	0 −1,500	(M27)	41	0 −1,000	45,2	22	0 −2,100
M12	19	0 −0,520	20,9	10		M30	46		50,9	24	
(M14)	22		23,9	11		(M33)	50		55,4	26	
M16	24		26,2	13		M36	55		60,8	29	
(M18)	27	0 −0,840	29,6	15	0 −1,800	M42	65	0 −1,200	72,1	34	
M20	30		33,0	16		M48	75		83,4	38	0 −2,500

Observație. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil.

Scanned with OKEN Scanner

Prezoane pentru înșurubat în oțel

Dimensiuni

(După STAS 3953-67)

Exemplu de notare a unui prezon pentru înșurubat în oțel, forma B, cu filet metric normal dreapta, având diametrul d = 10 mm și lungimea $l = 50$ mm:

Prezon B — M10 × 60 STAS 3953-67

Observație. Pentru prezoanele de forma A nu se mai notează litera A în exemplul de notare.

Forma A

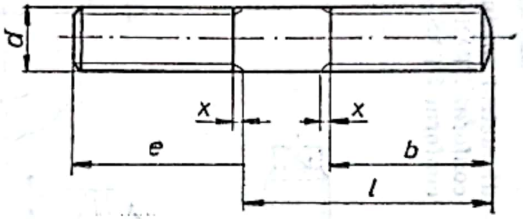


Fig. 4.14

Forma B

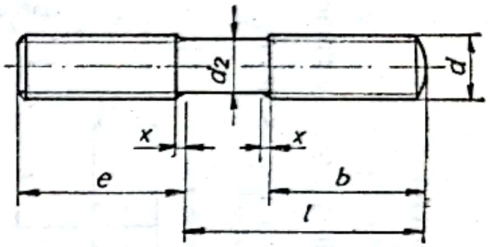


Fig. 4.15

Dimensiuni, în mm

d	*e*	*b*	*l* nominal																				
6	6	18	(22)	25	(28)	30	(32)	35	(38)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
8	8	22	(28)	30	(32)	35	(38)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	95	100		
10	10	26	(32)	35	(38)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	95	100	(105)	110	(115)	120
12	12	30	35	(38)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	95	100	(105)	110	(115)	120	
(14)	14	34	40	45	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120			
16	16	38	45	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120				
(18)	18	42	50	55	60	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120					
20	20	46	55	60	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120						
(22)	22	50	60	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120							
24	24	54	65	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120								
(27)	27	60	70	75	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120									
30	30	66	75	80	(85)	90	95	100	(105)	110	(115)	120										
(33)	33	72	80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120											
36	36	78	90	(95)	100	(105)	110	(115)	120													
(39)	39	84	(95)	100	(105)	110	(115)	120														
42	42	90	(105)	110	(115)	120																
(45)	45	96	110	(115)	120																	
48	48	102	(115)	120																		

Observație. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.7

Prezoane pentru asamblarea flanşelor

Dimensiuni

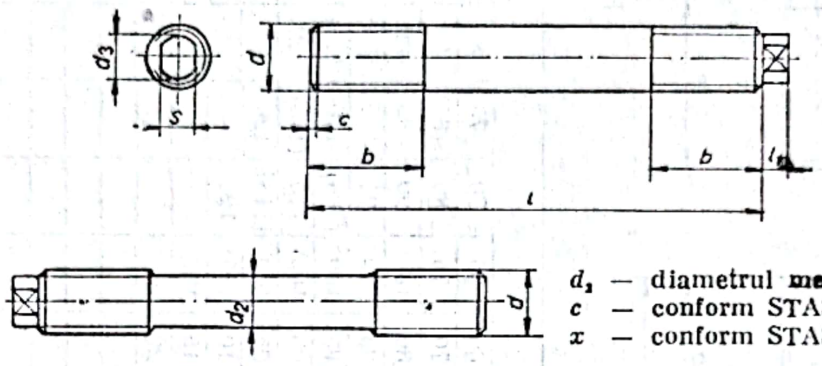
(După STAS 8121/2-74)

Exemplu de notare a unui prezon cu tijă elastică, cu filet lung, cu diametrul M 16 şi lungimea 105 mm, executat din OLC 35 I STAS 880-66:

Prezon 2A-M16 × 100 STAS 8211/2-74/OLC 35 I-STAS 880-66

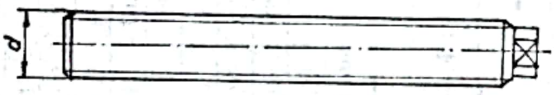
a) Prezoane cu tijă normală — tip 1

— Forma A



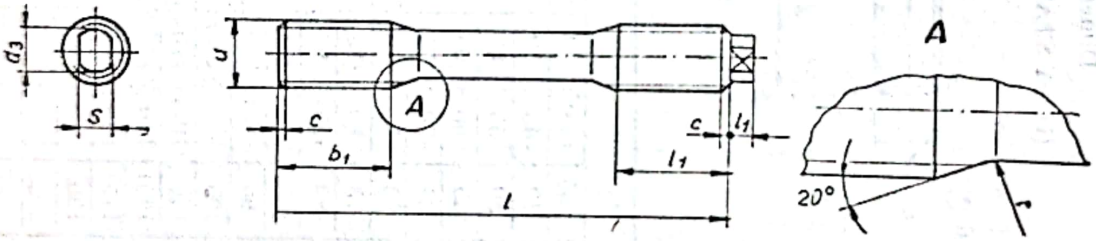
d_2 — diametrul mediu al filetului;
c — conform STAS 4924-69;
x — conform STAS 3508/1-70.

— Forma B

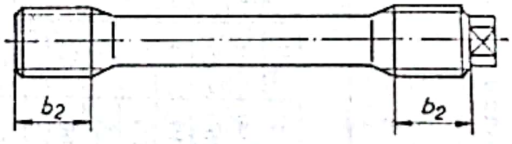


b) Prezoane cu tijă elastică — tip 2

— Forma A



— Forma B



Dimensiuni, în mm

Filet d	d_1		b		b_1		b_2		d_2		r	S		l_1	
	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită		nominal	abateri limită	nominal	abateri limită
M 12	8,5	0 −0,150	20	+0,840 0	13	+0,700 0	13	+0,700 0	8	0 −0,220	10	7	0 −0,220	4	±0,240
M 16	12	0 −0,180	23		16		16		12			10		5	
M 20	15		28		20	+0,840 0	20	+0,840 0	14	0 −0,270		11	0 −0,270	6	±0,290
M 24	18		32	+1,000 0	24		24		14		16	11		6	
M 27	20,5	0 −0,210	35		27		27		18			13		6	
M 30	23		39		30		30		18			13		6	

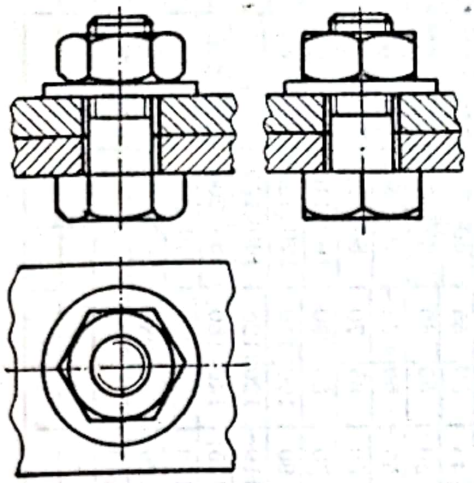


Fig. 16.5

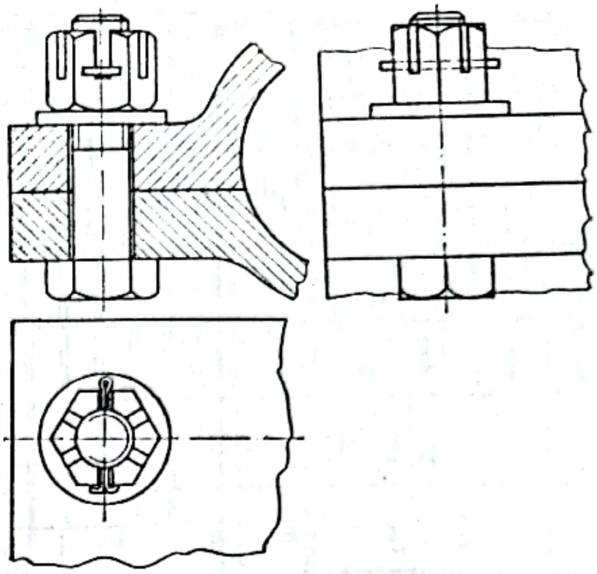


Fig. 16.6

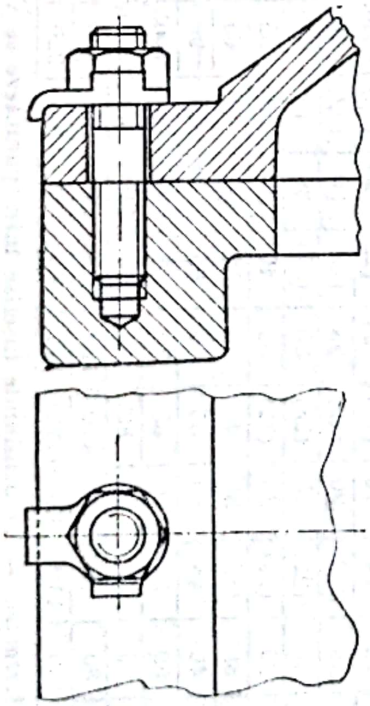


Fig. 16.7

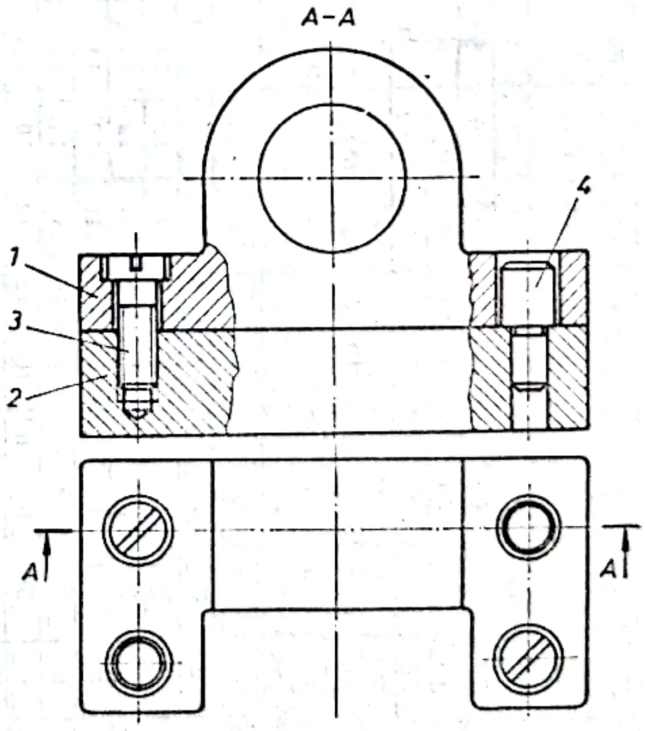


Fig. 16.8

Scanned with OKEN Scanner

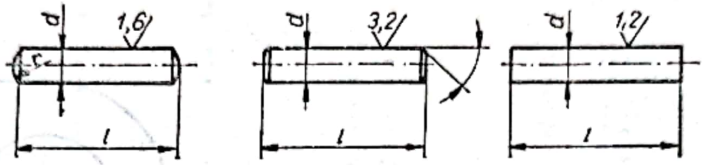
Tabelul 16.8

Ştifturi cilindrice

Dimensiuni

(După STAS 1599-68)

Forma A Forma B Forma C



Exemplu de notare a unui ştift cilindric, forma A, cu diametrul $d = 5$ mm şi lungimea = 40 mm:

Ştift cilindric A5×40 STAS 1599-68

Dimensiuni, în mm

d	l nominal																								
0,6	2,5	3	4	5	6	8																			
0,8	3,5	3	4	5	6	8	10	12	14																
4	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	(18)														
1,2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25											
1,6	3	4	5	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)									
2	4	5	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40								
2,5	5	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50							
3	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60						
4	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80				
5	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100			
6	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120		
8	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160	
10	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160			
12	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160					
16	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160	180	200	220	250	280		
20	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	125	140	160	180	200	220	250	280					
25	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160	180	200	220	250	280							
32	60	65	70	80	90	100	110	120	(125)	140	160	180	200	220	250	280									
40	80	90	100	110	120	(125)	140	160	180	200	220	250	280												
50	100	110	120	(125)	140	160	180	200	220	250	280														

Observaţie: — Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil.

— Ştifturile cilindrice netratate termic se recomandă să fie executate din OL 60 STAS 500/2-68.

Scanned with OKEN Scanner

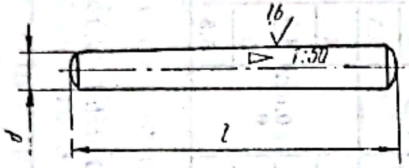
Știfturi conice

Dimensiuni

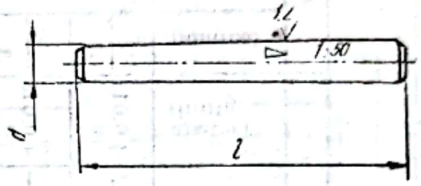
(După STAS 3436-68)

Tabelul 16.9

Forma A



Forma B



Exemplu de notare a unui știft conic forma B, cu diametrul $d = 10$ mm și lungimea $l = 30$ mm:

Știft conic B 10×30 STAS 3436-68

Dimensiuni, în mm

d	l nominal																				
0,6	4	5	6	8	10																
0,8	4	5	6	8	10	12	14														
1	5	6	8	10	12	14	16	(18)													
1,2	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)												
1,6	6	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)										
2	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36								
2,5	8	10	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	46	45						
3	12	14	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55						
4	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70					
5	16	(18)	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90			
6	20	(22)	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110			
8	25	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	140			
10	(28)	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	140	160	180		
12	30	(32)	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	
16	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280		
20	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280				
25	60	65	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280						
32	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220	220	250	280								
40	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280											
50	120	140	160	180	200	200	250	280													

Observație. Știfturile conice netratate termic se recomandă să fie executate din OL 60 STAS 500/2-68.

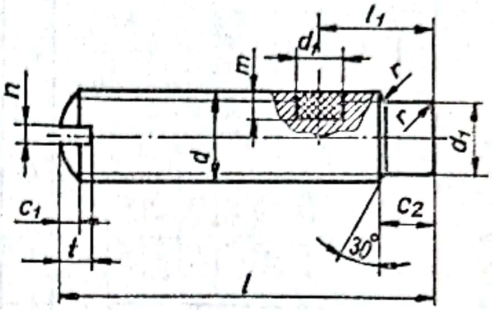
Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.10

Ştifturi cu autoblocare
Ştift filetat cu crestătură, cu cep cilindric
Dimensiuni
(După STAS 10422-76)

Exemplu de notare a unui ştift filetat cu autoblocare, cu crestătură, cu cep cilindric, cu filet M 10, avînd toleranţe 6 g, cu lungimea 25 mm:

Ştift cu autoblocare M 10×25 STAS 10422-76



Dimensiuni, în mm.

Filet d	l		n		c_1	d_4		r	C_3		d_1		m		l_1
	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită		nominal	abateri limită		nominal	abateri limită	nominal	abateri limită	nominal	abateri limită	
M5	1,6	±0,22	0,8	+0,20 +0,06	1,2	3,5	+0 −0,180	0,3	3	+0,375	2,5	+0,014 0	2	+0,060 0	7
M6	2		1,0		1,5	4,5		0,4	3,5	+0,450 0	3		2		7,5
M8	2,5		1,2	+0,31 +0,06	1,8	6		0,4	5		4	+0,018 0	2,5		8
M10	3		1,6		2,2	7	0 −0,220	0,5	5,5		5		3		10
M12	4	+0,24	2		2,5	9		0,6	7	+0,540 0	6		3,5	+0,071 0	12
(M14)	4		2		3	10		0,8	7		7	+0,022 0	4		13,5
M16	4,5		2,5		3	12	0 −0,270	0,8	9		8		4,5		15
(M18)	5		3		3,5	13		0,8	9		9		5		16,5
M20	5		3		3,5	15		1	9		10		5,5		18

Tabelul 16.10 (continuare)

Dimensiuni, în mm.

d	l nominal												
M5	16	(18)	20	(22)	25								
M6	16	(18)	20	(22)	25	28							
M8	16	(18)	20	(22)	25	28	30	35					
M10		(18)	20	(22)	25	28	30	35	40	45			
M12			20	(22)	25	28	30	35	40	45	50		
(M14)				(22)	25	28	30	35	40	45	50		
M16						28	30	35	40	45	50	(55)	60
(M18)						28	30	35	40	45	50	(55)	60
M20							30	35	40	45	50	(55)	60

Observaţie. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil.

Scanned with OKEN Scanner

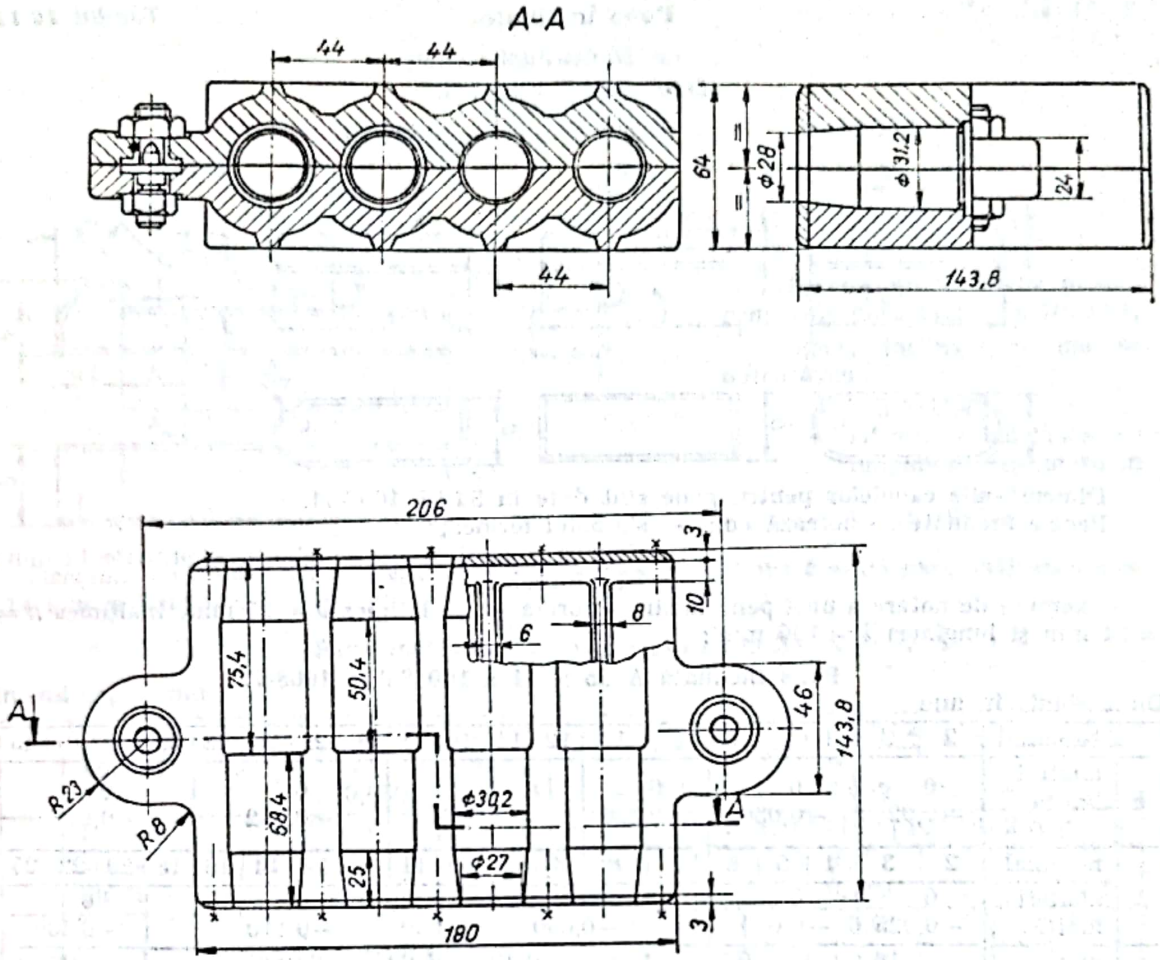


Fig. 16.9

se asamblează cu placa *2*, cu ajutorul şuruburilor cu cap cilindric crestat, iar centrarea se realizează cu ştifturile cilindrice *4*. Ştifturile *4* au un diametru mai mic la partea inferioară, unde se montează presat în placa *2*, şi un diametru mai mare la partea superioară, de-a lungul căruia ghidează urechea *1* într-un ajustaj alunecător.

În cadrul asamblărilor filetate se pot utiliza şi ştifturi filetate cu crestătură cu cap cilindric STAS 10422-76 ale căror dimensiuni sînt specificate în tabelul 16.10.

Un exemplu de utilizare a unei asamblări cu şurub şi piuliţă este prezentat în figura 16.9 în cazul unei cutii de miez metalice cu patru locaşuri de formare a miezurilor. Corpul superior *4* al cutiei de miez este asamblat cu corpul inferior *8* cu ajutorul bucşei de ghidare *2*, al bolţului de ghidare *5* şi al piuliţelor hexagonale *1* şi *3*. Cutia de miez este prevăzută cu plăcile de protecţie dreapta *6* şi stînga *9*, care se asamblează pe corpul superior al său cu şuruburi cu cap înecat crestat.

Alte exemple de utilizare a asamblărilor cu şuruburi sînt prezentate în figurile 16.10 şi 16.11.

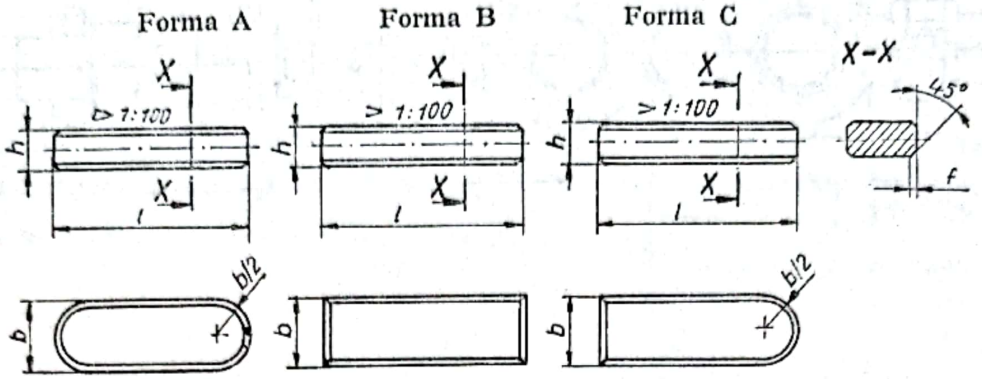
Scanned with OKEN Scanner

Pene înclinate

Tabelul 16.11

Dimensiuni

(După STAS 1008-71)



Dimensiunile canalelor pentru pene sînt date în STAS 1007-71.

Penele înclinate se notează cu: — simbolul formei;
— lățimea × înălțimea × lungimea, exprimate în mm;
— STAS 1008-71.

Exemplu de notare a unei pene înclinate forma A, cu lățimea $b = 25$ mm, înălțimea $h = 14$ mm și lungimea $l = 100$ mm:

Pană înclinată A 25 × 14 × 100 STAS 1008-71

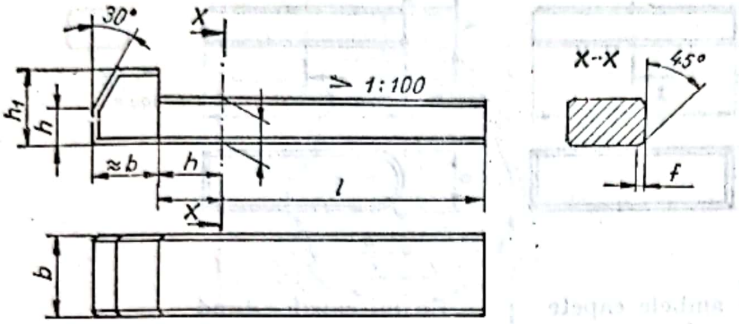
Dimensiuni, în mm

	Nominal	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
b	abateri limită h 9	0 −0,025		0 −0,030			0 −0,036		0 −0,043				0 −0,052				0 −0,062			
	nominal	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25
h	abateri limită	0 −0,025		0 −0,030			0 −0,090						0 −0,110				0 −0,130			
f	min.	0,16		0,25			0,40						0,60				1,00			
	max.	0,25		0,40			0,60						0,80				1,20			
l nominal		6	6																	
		8	8	8																
		10	10	10	10															
		12	12	12	12															
		14	14	14	14	14														
		16	16	16	16	16														
		18	18	18	18	18	18													
		20	20	20	20	20	20													
			22	22	22	22	22	22												
			25	25	25	25	25	25												
			28	28	28	28	28	28	28											
			32	32	32	32	32	32	32											
			36	36	36	36	36	36	36	36										
				40	40	40	40	40	40	40										
				45	45	45	45	45	45	45	45									
					50	50	50	50	50	50	50	50								
					56	56	56	56	56	56	56	56	56							
						63	63	63	63	63	63	63	63	63						
						70	70	70	70	70	70	70	70	70	70					
							80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				
							90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
								100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
								110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

Scanned with OKEN Scanner

Pene înclinate cu nas

Dimensiuni
(După STAS 1009-71)



Dimensiunile canalelor pentru pene sînt date în STAS 1007-71.

Penele înclinate cu nas se notează cu :

— denumirea ;
— lățimea × înălțimea × lungimea, exprimate în mm ;
— STAS 1009-71.

Exemplu de notare a unei pene înclinate cu nas, cu lățimea $b = 25$ mm, înălțimea $h = 14$ mm și lungimea $l = 100$ mm :

Pană înclinată cu nas 25×14×100 STAS 1009-71

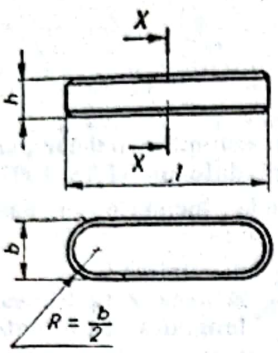
Dimensiuni, în mm

b	Nominal	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	
	abateri limită hg	0 −0,030			0 −0,036		0 −0,043				0 −0,052				0 −0,062				
h	nominal	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25	
	abateri limită	0 −0,030			0 −0,090						0 −0,110					0 −0,130			
f	min.	0,16	0,25				0,40				0,60					1,00			
	max.	0,25	0,40				0,60				0,80					1,20			
	h_1	7	8	10	11		12	14	16	18	20	22		25	28	32	36	40	
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	
l nominal		8	8																
		10	10																
		12	12																
		14	14	14															
		16	16	16															
		18	18	18	18														
		20	20	20	20														
		22	22	22	22		22												
		25	25	25	25		25												
		28	28	28	28		28	28											
		32	32	32	32		32	32											
		36	36	36	36		36	36	36										
		40	40	40	40		40	40	40										
		45	45	45	45		45	45	45	45									
			50	50	50		50	50	50	50	50								
			56	56	56		56	56	56	56	56	56							
				63	63		63	63	63	63	63	63		63					
				70	70		70	70	70	70	70	70		70	70				
					80		80	80	80	80	80	80		80	80				
					90		90	90	90	90	90	90		90	90	90			
							100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	
							110	110	110	110	110	110		110	110	110	110	110	

Tabelul 16.13

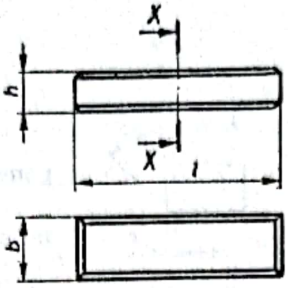
Pene paralele
Dimensiuni
(După STAS 1005-71)

Forma A



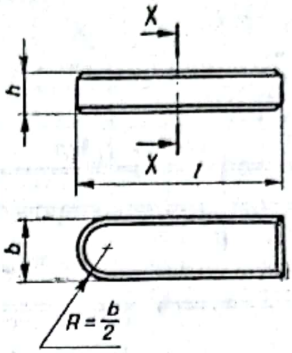
Cu ambele capete rotunde

Forma B



Cu ambele capete drepte

Forma C



Cu un capăt rotund și un capăt drept

X-X

Dimensiunile canalelor pentru pene sînt date în STAS 1004-71.

Penele paralele se notează cu: — simbolul formei;
— lățimea × înălțimea × lungimea, exprimate în mm;
— STAS 1005-71.

Exemplu de notare a unei pene paralele forma A, cu lățimea $b = 20$ mm, înălțimea $h = 12$ mm și lungimea $l = 125$ mm:

Pană paralelă A 20×12×125 STAS 1005-71

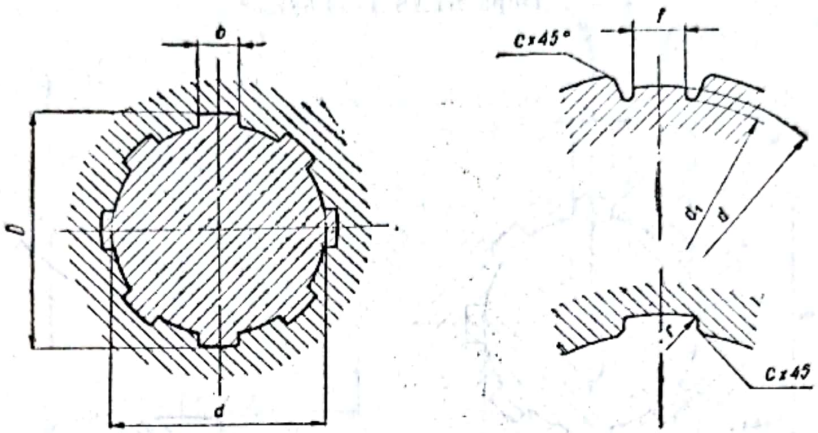
Dimensiuni, în mm

b	Nominal	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
	abateri limită h 9	0 −0,025		0 −0,030			0 −0,036		0 −0,043				0 −0,052				0 −0,062			
h	nominal	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25
	abateri limită	0 −0,025		0 −0,030			0 −0,090						0 −0,110					0 −0,130		
sau r	min.	0,16		0,25			0,40						0,6					1,0		
	max.	0,25		0,40			0,60						0,8					1,2		
nominal l		6	6																	
		8	8	8																
		10	10	10	10															
		12	12	12	12															
		14	14	14	14	14														
		16	16	16	16	16														
		18	18	18	18	18	18													
		20	20	20	20	20	20													
			22	22	22	22	22	22												
			25	25	25	25	25	25												
			28	28	28	28	28	28	28											
			32	32	32	32	32	32	32											
			36	36	36	36	36	36	36	36										
				40	40	40	40	40	40	40										
				45	45	45	45	45	45	45	45									
					50	50	50	50	50	50	50	50								
					56	56	56	56	56	56	56	56	56							
						63	63	63	63	63	63	63	63	63						
						70	70	70	70	70	70	70	70	70	70					
							80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				
							90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
							110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	

Tabelul 16.14

Arbori și butuci canelați cu profil dreptunghiular
Seria ușoară

Dimensiuni
(După STAS 1768-68)



Exemplu de notare a unui butuc canelat seria ușoară cu numărul de caneluri $z = 8$, diametrul interior $d = 42$ mm, diametrul exterior $D = 46$ mm :

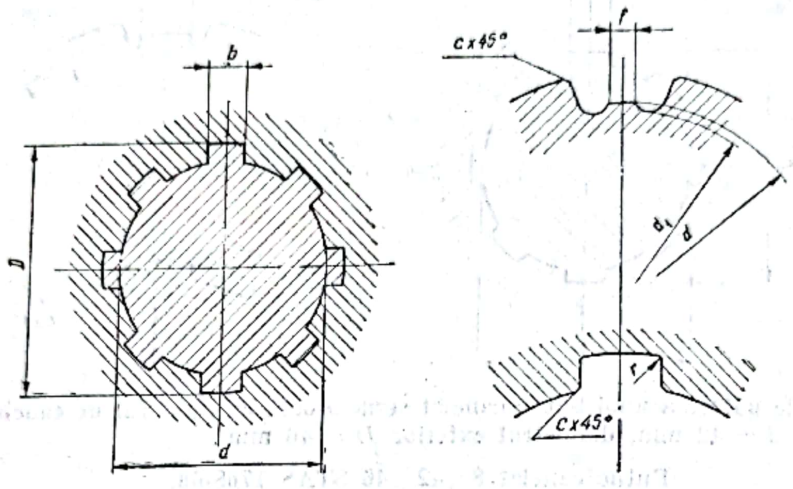
Butuc canelat 8×42×46 STAS 1768-68.

Dimensiuni nominale $z \times d \times D$	Nr. de caneluri	Centrare	d	D	b	d_1 min.	f min.	c nominal	c abateri limită	r max.
6×23×26	6	Centrare pe diametrul interior	23	26	6	22,1	3,54	0,2	+0,2	0,2
6×26×30			26	30	6	24,6	3,85	0,2	+0,2	0,2
6×28×32			28	32	7	26,7	4,03	0,2	+0,2	0,2
8×32×36	8	Centrare pe diametrul interior sau pe flancuri	32	36	6	30,4	2,71	0,3	+0,2	0,3
8×36×40			36	40	7	34,5	3,46	0,3	+0,2	0,3
8×42×46			42	46	8	40,4	5,03	0,3	+0,2	0,3
8×46×50			46	50	9	44,6	5,75	0,3	+0,2	0,3
8×52×58			52	58	10	49,7	4,89	0,5	+0,3	0,5
8×56×62			56	62	10	53,6	6,38	0,5	+0,3	0,5
8×62×68			62	68	12	59,8	7,31	0,5	0,3	0,5

Scanned with OKEN Scanner

Arbori și butuci canelați cu profil dreptunghiular
Seria mijlocie

Dimensiuni
(După STAS 1769-68)



Exemplu de notare al unui butuc canelat seria mijlocie cu numărul de caneluri $z = 8$, diametrul interior $d = 42$ mm, diametrul exterior $D = 48$ mm:

Butuc canelat 8×42×48 STAS 1769-86

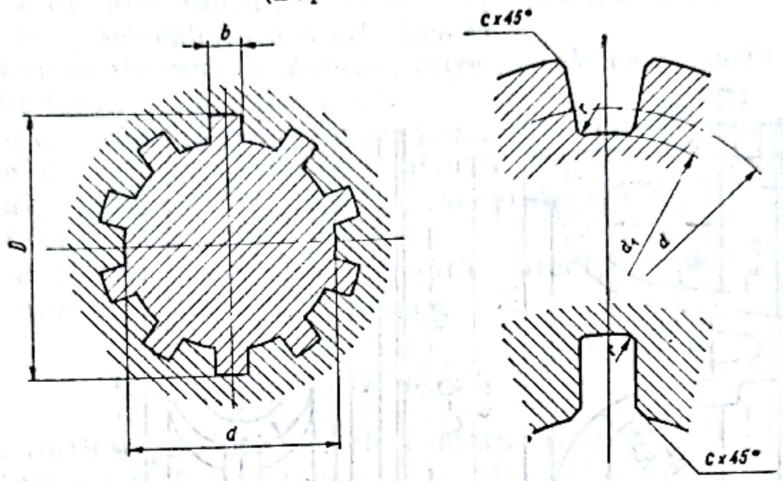
Dimensiuni nominale $z \times d \times D$	Nr. de caneluri	Centrare	d	D	b	d_1 min.	f min.	c nominal	c abateri limită	r max.
6×11×14	6	Centrare interioară	11	14	3	9,9	—	0,2	+0,2	0.2
6×13×16	6		13	16	3,5	12,0	0,32	0,2	+0,2	0,2
6×16×20	6		16	20	4	14,5	0,16	0,2	+0,2	0,2
6×18×22	6		18	22	5	16,7	0,45	0,2	+0,2	0 2
6×21×25	6		21	25	5	19,5	1,95	0,2	+0,2	0,2
6×23×28	6		23	28	6	21,3	1,34	0,2	+0,2	0,2
6×26×32	6		26	32	6	23,4	1,65	0,3	+0,2	0,3
6×28×34	6		28	34	7	25,9	1,70	0,3	+0,2	0,3

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.16

Arbori și butuci canelați cu profil dreptunghiular
Seria grea

Dimensiuni
(După STAS 1770-68)



Exemplu de notare a unui butuc canelat seria grea, cu numărul de caneluri $z = 10$ mm, diametrul interior $d = 42$ mm, diametrul exterior $D = 52$ mm:

Butuc canelat 10×42×52 STAS 1770-68

Dimensiuni nominale $z \times d \times D$	Nr. de caneluri	Centrare	d	D	b	d_1 min.	c		r max.
							nominal	abateri limită	
10×16×20	10	Centrare pe diametrul interior sau pe flancuri	16	20	2,5	14,1	0,2	+0,2	0,2
10×18×23			18	23	3	15,6	0,2	+0,2	0,2
10×21×26			21	26	3	18,5	0,2	+0,2	0,2
10×23×29			23	29	4	20,3	0,2	+0,2	0,2
10×26×32			26	32	4	23,0	0,3	+0,2	0,3
10×28×35			28	35	4	24,4	0,3	+0,2	0,3
10×32×40			32	40	5	28,0	0,3	+0,2	0,3
10×36×45			36	45	5	31,3	0,3	+0,2	0,3
10×42×52			42	52	6	36,9	0,3	+0,2	0,3
10×46×56			46	56	7	40,9	0,5	+0,3	0,5

Scanned with OKEN Scanner

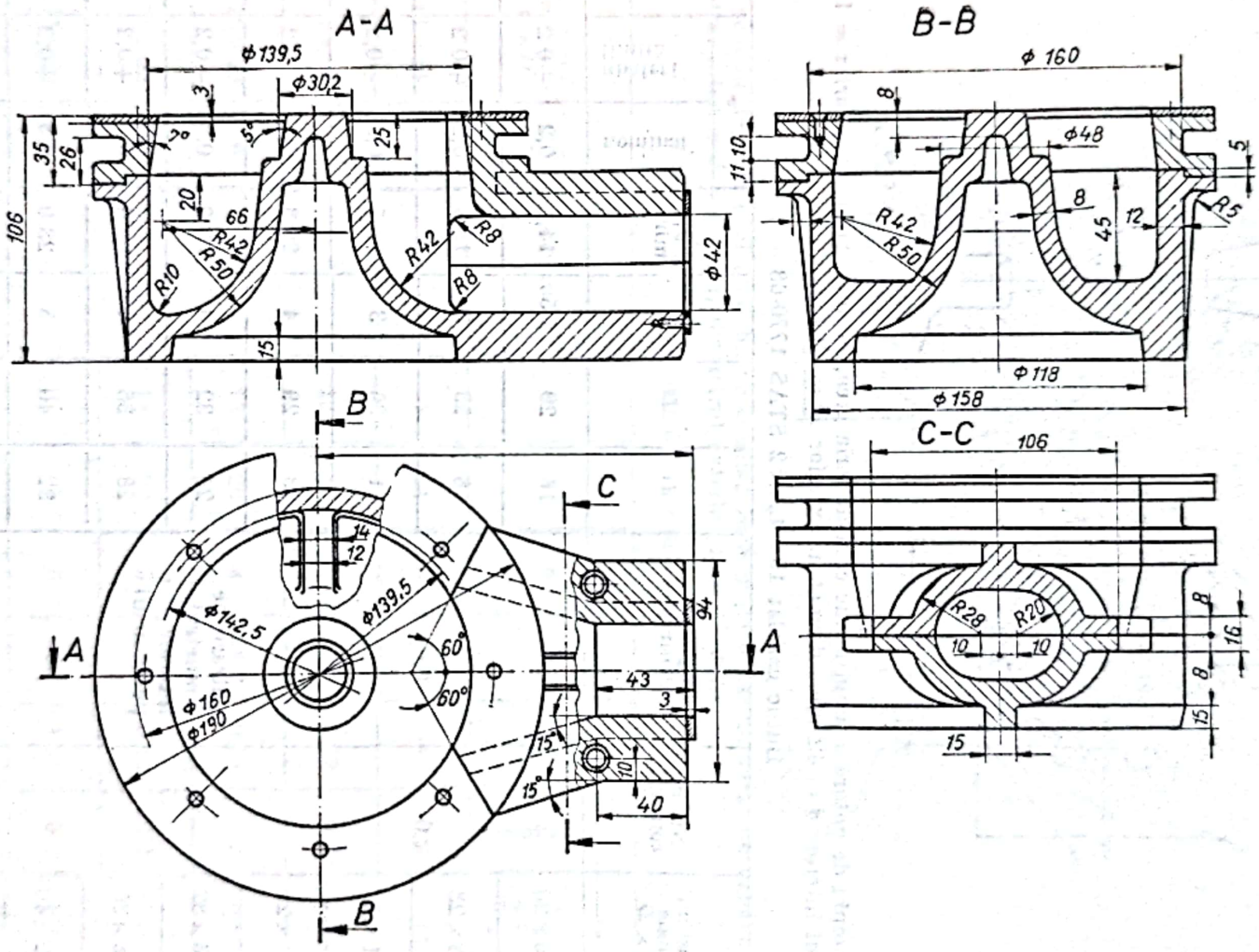


Fig. 16.10

Scanned with OKEN Scanner

16.2. ELEMENTE DE ETANȘARE

Elementele de etanşare se intercalează între două sau mai multe piese cu scopul de a asigura menţinerea presiunii interioare a fluidelor, pentru a evita scurgerea fluidelor sau lubrifianţilor şi pentru a opri pătrunderea prafului în zonele unde se realizează o lubrificaţie.

Etanşarea se poate realiza şi direct între piesele care vin în contact prin intermediul filetului, şuruburilor etc.

Elementele care se etanşează pot avea poziţii fixe între ele sau pot fi mobile.

În funcţie de condiţiile cerute pentru a asigura etanşarea, elementele de etanşare au forme variate şi pot fi executate din diferite materiale, cel mai utilizat fiind cauciucul.

În tabelele 16.17 şi 16.18 se prezintă caracteristicile şi proprietăţile cauciucurilor utilizate pentru garnituri.

16.2.1. ETANȘĂRI FIXE

În tabelul 16.19 se prezintă formele constructive frecvent utilizate pentru asigurarea etanşării fără garnitură.

Etanşările prin contact cu garnituri plate sînt prezentate în figura 16.12. În figura 16.12, *a* şi *b* sînt prezentate garnituri montate liber între suprafeţele de etanşare, iar în figura 16.12, *c*, *d*, *e* şi *f*, garnituri montate în canale special executate.

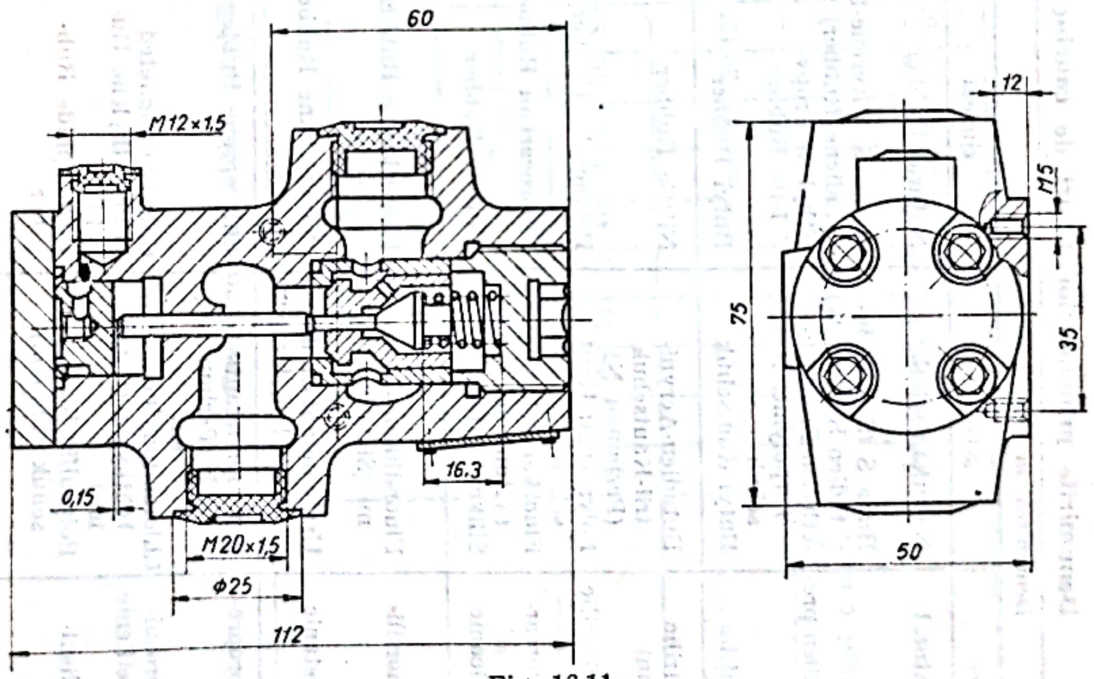


Fig. 16.11

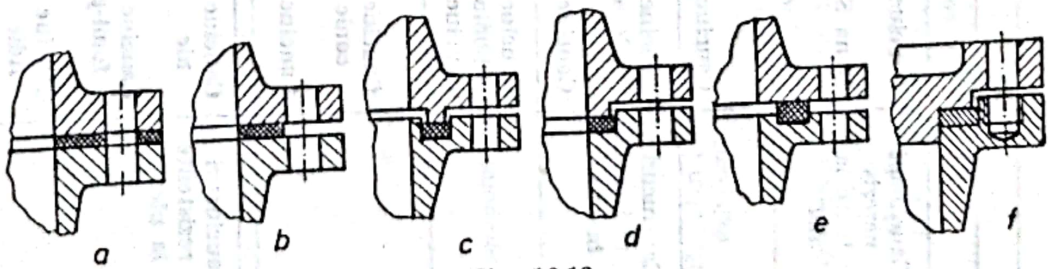


Fig. 16.12

Tabelul 16.17

Denumirile principalelor tipuri de cauciuc și proprietățile lor principale

	Denumirea în limba:			Simbolul lateral	Simbolul dat de culoare	Proprietățile principale
	română	germană	engleză			
Cauciucuri nerezistente la ulei	Cauciuc natural	Naturkautschuk	Natural Rubber	NR	Violet	Rezistență mecanică și la uzură ridicate. Nu este indicat la ulei
	Buna S	Buna S (Styrol-Butadien-Kautschuk)	Buna S (Styrene-butadiene Rubber)	SBR		Apropiate de ale cauciucului natural
	Cauciuc etilen propilen	Äthylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk	Ethylene-Propylene Rubber	EPDM		Rezistență chimică foarte bună
	Cauciuc butilic	Butyl-Kautschuk	Butyl Rubber			Rezistență chimică bună
Cauciucuri rezistente la ulei	Cauciuc nitrilic (Perbunan)	Butadien-Acrynitril-Kautschuk (Perbunan N)	Nitrile Rubber	NBR	Alb	Rezistență bună la ulei direct proporțională cu conținutul de nitril
	Cauciuc poliacrilic	Polyacrylat-Kautschuk	Polyacrylic Rubber	ACM	Galben	
	Cauciuc fluorcarbonic	Fluorkautschuk (Viton)	Fluorocarbon Rubber	FP	Roșu	Rezistență chimică excelentă
	Cauciuc siliconic	Silikonkautschuk	Silicone Rubber	VSi și PVSi	Albastru	Comportare excelentă la temperaturi joase și ridicate. Rezistență mecanică redusă și moderată la uleiuri
	Cauciuc fluorsiliconic	Fluorsilikon-Gummi (Silastic)	Fluorsilicone Rubber	LS		Apropiate cauciucului siliconic dar într-un domeniu mai restrins de temperatură
	Cauciuc uretanic	Urethankautschuk (Vulkollan, Urepan)	Polyurethane Rubber			Rezistență foarte bună mecanică dar nesatisfăcătoare la atac chimic
Cauciucuri rezistente la ulei	Cauciuc cloroprenic	Chloroprenkautschuk (Perbunan C, Neopren)	Chloroprene Rubber	CR	Portocaliu	Rezistență excelentă la agenți atmosferici. Compatibilitate moderată la uleiuri
	Cauciuc clorosulfonil-polietilenic	Chlorsulfonylpolyäthylen (Hypalon)	Chlorosulphoneted Polyethylene Ruber	CSM		Rezistență foarte bună la agenți atmosferici
	Cauciuc polisulfidic	Polysulfid-Kautschuk (Thiokol)	Polysulphide Rubber	T		Rezistență bună la agenți atmosferici și permeabilitate redusă la gaze. Rezistență mecanică și elasticitate reduse

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.18

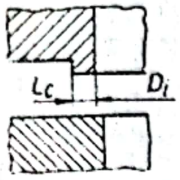
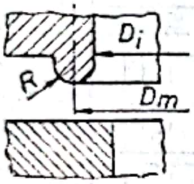
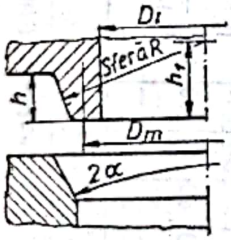
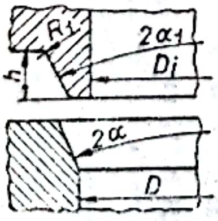
Cauciucurile tip NO, NT, NR, PO, PT și PR

	Tipul cauciucului																								
	STAS 7277-65												STAS 7278-65												
	NO					NT					NR			PO						PT					PR		
Domeniul de temperatură, °C	−30...+70					−30...+130					−40...+70			−30...+100						−30...+130					−40...+70		
Duritatea °Sh A	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80	40	50	60	40	50	60	70	80	90	40	50	60	70	80	40	50	60
Rezistența de rupere la tracțiune, daN/cm²	120	120	120	130	120	100	100	100	120	120	120	120	120	50	70	80	120	80	80	40	70	90	120	80	40	70	90
Deformarea remanentă după compresiune la :																											
70°C/24 h, % max.	30	40	40	60	65	—	—	—	—	—	—	—	—	35	40	50	60	65	70	—	—	—	—	—	35	40	50
130°C/24 h, % max.	—	—	—	—	—	40	40	50	60	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	50	55	60	70	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.19

Etanşări fără garnitură

Schema îmbinării	Dimensiuni, mm
	D_i: 50—100 | 101—200 | 201—500 | >500 L_c: 2 | 3 | 4—5 | 6—8
	D_i: 10 | 11—20 | 21—50 D_m: $D_i + 4$ | $D_i + 6$ | $D_i + 8$ R: 4 | 5 | 6
	$D_m = D_i + 1{,}5(0{,}05D_i + 5)$ $R = 0{,}578D_m$ $h = 0{,}05D_i + 8$ $h_1 = 0{,}5R + 0{,}4(0{,}05D_i + 5)$ $\alpha = 30°$
	$\alpha = 15—30°$ $\alpha_1 = \alpha + 1°$ $h = (D_i - D)/(2 \text{ tg } \alpha + 5)$ $D = D_i + (0{,}05D_i + 4)$ $R_1 = 3—6$

Scanned with OKEN Scanner

Etanşările cu garnituri profilate sînt prezentate în figurile 16.13...16.24, iar parametrii constructivi în tabelele 16.20...16.23.

Etanşarea cu garnitură pentru presiuni ridicate este prezentată în figura 16.25. Recipientul *2* este închis de capacul *1* prin intermediul garniturii *3*, al inelului *4*, format din mai multe bucăţi, şi al piuliţei *5*. Contactul dintre garnitura *3* cu recipientul *2* şi capacul *1*, înainte de aplicarea presării, este liniar (fig. 16.25, *b*).

Garniturile inelare cu dublă conicitate se utilizează pentru etanşarea pieselor de dimensiuni mari (fig. 16.26). Inelul *1*, prevăzut cu garniturile suplimentare *2*, este amplasat în capacul recipientului *3* şi fixat cu suportul *4*. Presarea se realizează prin strîngerea cu şuruburi a capacului *3* faţă de corpul recipientului *5*.

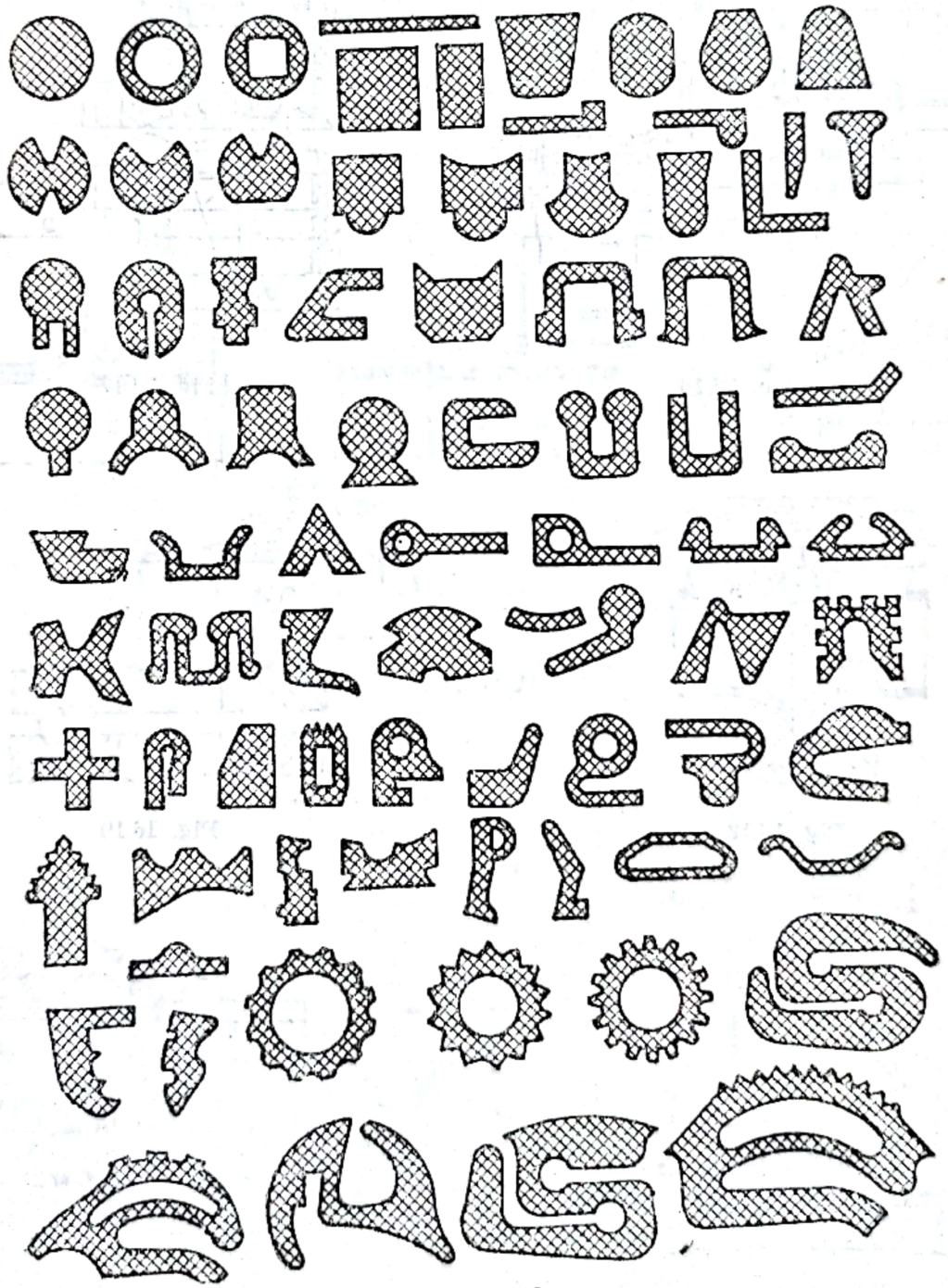


Fig. 16.13

Scanned with OKEN Scanner

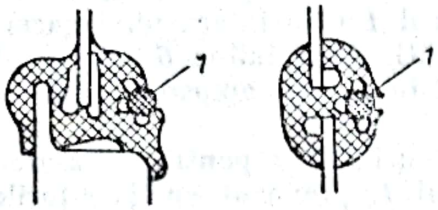


Fig. 16.14

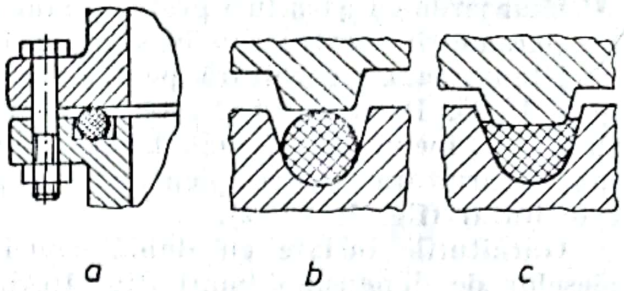


Fig. 16.15

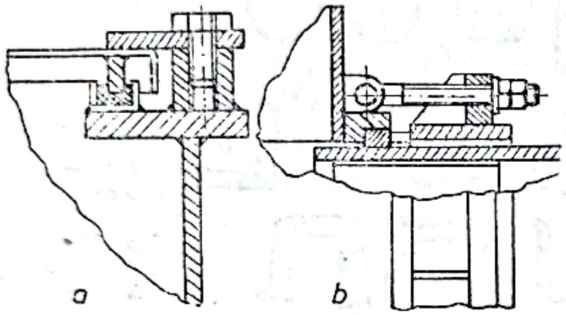


Fig. 16.16

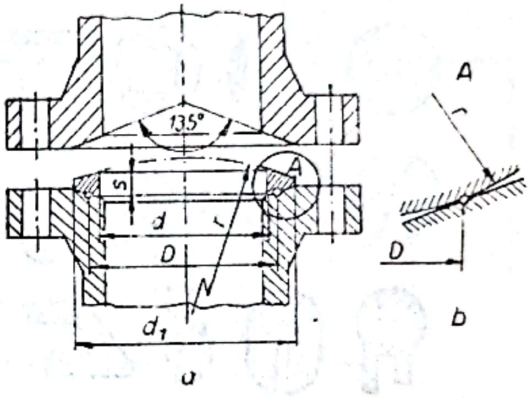


Fig. 16.17

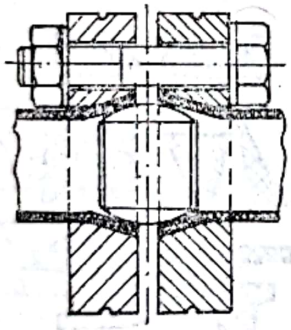


Fig. 16.18

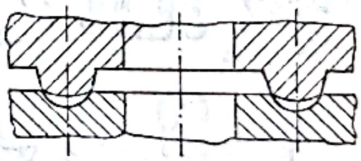


Fig. 16.19

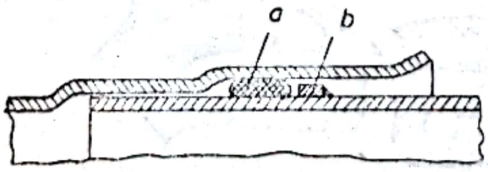


Fig. 16.20

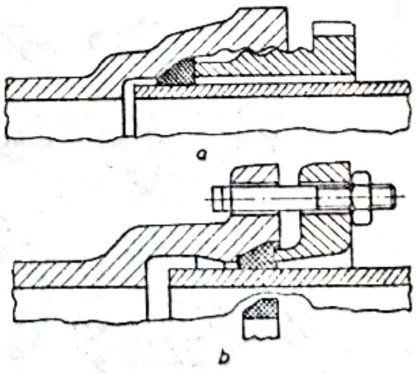


Fig. 16.21

Scanned with OKEN Scanner

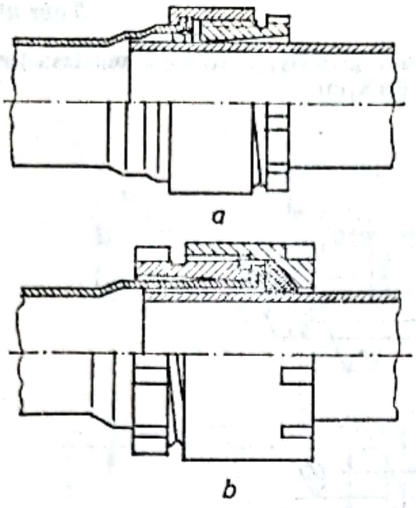


Fig. 16.22

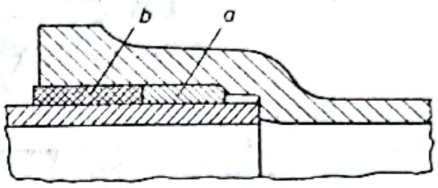


Fig. 16.23

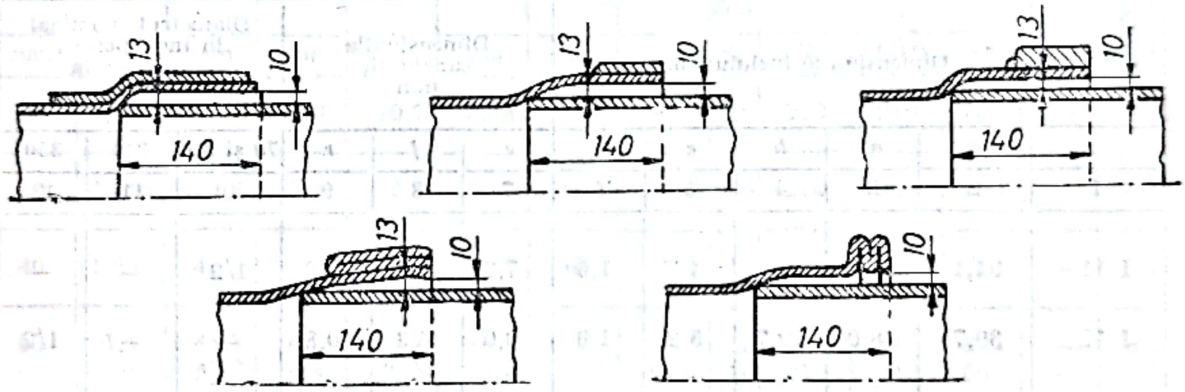


Fig. 16.24

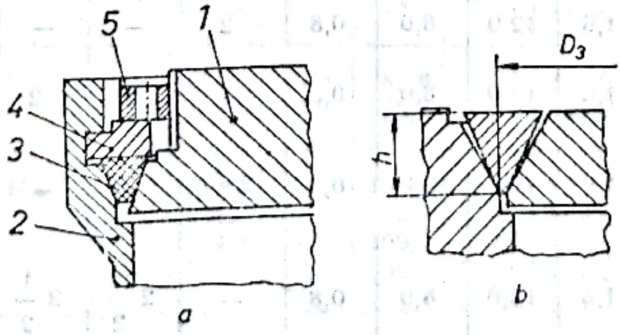


Fig. 16.25

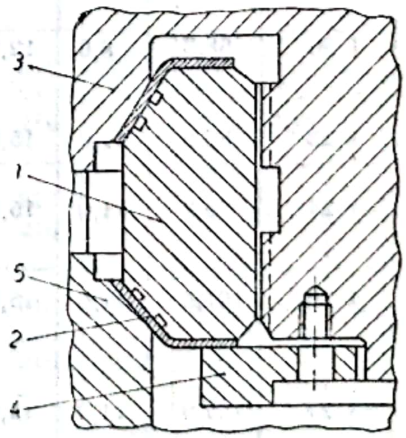
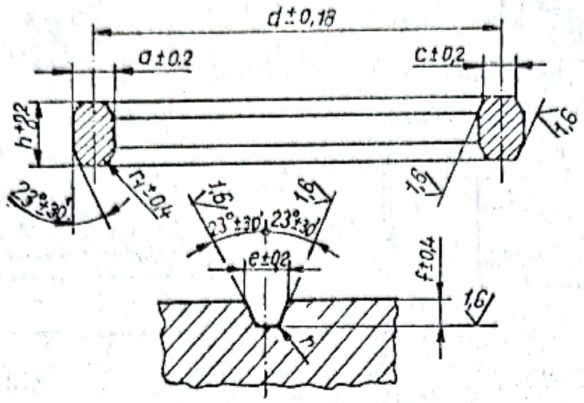


Fig. 16.26

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.20

Dimensiunile, în mm, ale inelelor de etanșare octogonale, din oțel pentru presiuni de 70, 140, 210 și 350 daN/cm²

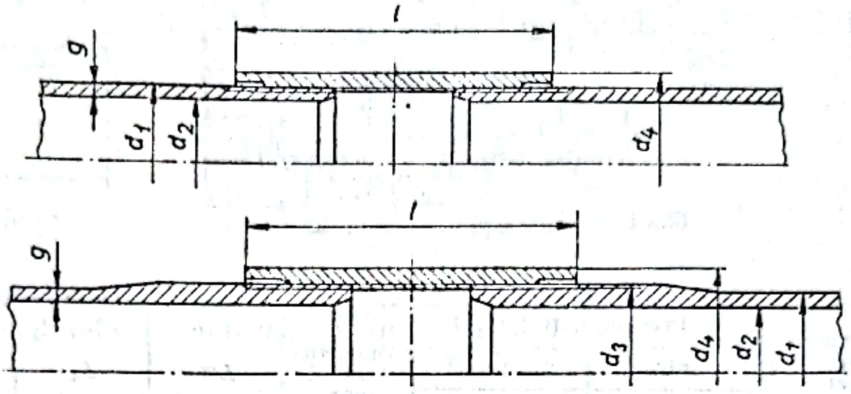


Simbolul	Dimensiunile inelului, mm					Dimensiunile canalului, mm			Diametrul nominal în inci, pentru presiunea în 10^6N/m² de:		
	d	*a*	*h*	*e*	r_1	*e*	*f*	*r*	70 și 140	210	350
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I 11	34,1	6,3	9,5	4,3	1,6	7,2	5,5	0,8	1/2	—	—
I 12	39,7	8,0	12,7	5,2	1,6	9,0	6,3	0,8	—	—	1/2
I 13	42,9	8,0	12,7	5,2	1,6	9,0	6,3	0,8	3/4	—	—
I 14	44,4	8,0	12,7	5,2	1,6	9,0	6,3	0,8	—	—	3/4
I 16	50,8	8,0	12,7	5,2	1,6	9,0	6,3	0,8	1	1	1
I 20	68,3	8,0	12,7	5,2	1,6	9,0	6,3	0,8	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
I 23	82,5	11,0	15,9	7,7	1,6	12,0	8,0	0,8	2	—	—
I 24	95,2	11,0	15,9	7,7	1,6	12,0	8,0	0,8	—	2	2
I 26	101,6	11,0	15,9	7,7	1,6	12,0	8,0	0,8	$2\frac{1}{2}$	—	—
I 27	107,9	11,0	15,9	7,7	1,6	12,0	8,0	0,8	—	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.21

Dimensiunile îmbinărilor țevilor de extracție (petroliere) normale și îngroșate la capete



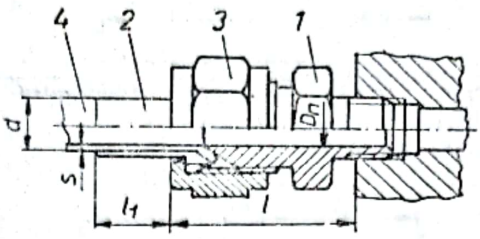
d_n		d_1	g	d_2	d_3	d_4	l	Numărul de pași pe inci	Presiunea de probă la țeava de oțel, 10^3N/m²				Tipul țevii
mm	in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	OLT 65	H/J*)	N*)	p*)	
25	1,05	26,7	3,0	20,7	33,4	42,4	83,0	10	210	210	700	—	i
30	1,315	33,4	3,4	26,6	37,3	48,3	89,0	10	210	210	700	—	i
40	1,66	42,2	3,5	35,2	46,0	56	95,0	10	210	210	700	—	i
50	1,9	48,3 48,3	4,0 4,6	40,3 40,3	— 53,2	55 63,5	96,0 99,0	10 10	210 210	210 210	690 690	— —	n i
60	$2\frac{3}{8}$	60,3 60,3	5,0 5,0	50,3 50,3	— 65,9	73,0 78,0	110,0 124,0	10 8	210 210	210 210	700 700	700 700	n i
70	$2\frac{7}{8}$	73,0 73,0	5,5 5,5	62,0 62,0	— 78,6	89,5 93,0	132,0 134,0	10 8	210 210	210 210	680 680	700 700	n i
90	$3\frac{1}{2}$	88,9 88,9 88,9	6,5 7,5 6,5	75,9 73,9 75,2	— — 95,2	108,0 108,0 114,5	143,0 143,0 146,0	10 10 8	210 210 210	210 210 210	550 700 651	— — 700	n n i
100	4	101,6 101,6	9,0 6,5	83,6 88,6	— 107,9	121,0 127,0	150,0 153,0	8 8	210 210	— —	— —	— —	n i
115	$4\frac{1}{2}$	114,3 114,3 114,3 114,3	7,0 9,0 7,0 9,0	100,3 96,3 100,3 96,3	— — 120,6 120,6	132,5 132,5 141,5 141,5	156,0 156,0 159,0 159,0	8 8 8 8	210 210 210 210	210 — 210 —	540 — 540 —	— — — —	n n i i

Observație. S-a notat cu *i* — țevi îngroșate; *n* — țevi neîngroșate.
* Oțeluri conform standardelor A.P.I. (American Petroleum Institute).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.22

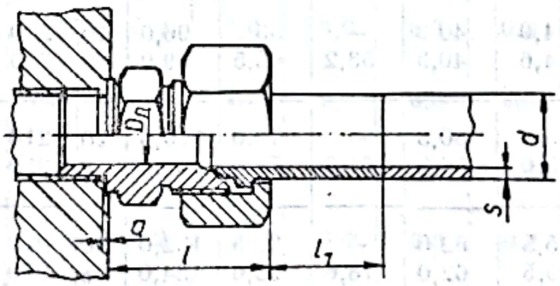
Parametrii de lucru ai îmbinărilor de țevi cu fitinguri, specifice instalațiilor pneumatice



Diametrul nominal al fitingului sau conductei D_n, mm	Presiunea, 10^5N/m²		Temperatura °C max.	$L\approx$	L_1	Țeavă $d \times s$
	Nominală	De probă				
	p_n	p_t				
6	63	125	50	29	21	8×1
8	50	100	50	34	13	10×1
10	40	80	50	36	15	12×1
13	25	50	50	40	17,5	15×1

Tabelul 16.23

Parametrii de lucru ai îmbinărilor de țevi în fitinguri, specifice instalațiilor hidrostatice



Diametrul nominal al fitingului D_n, mm	a	Țeavă $d \times s$	L	L_1
6	1,5	10×2	37,5	25
10	2	15×2,5	39,5	25
13	2,5	18×2	46,5	30
16	2,5	22×3	49,5	30
20	2,5	25×3	53,5	34
25	2,5	32×4	37,5	34
32	2,5	30×4,5	61,5	34
40	2,5	50×5	64,5	39

Scanned with OKEN Scanner

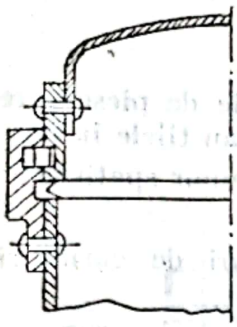


Fig. 16.27

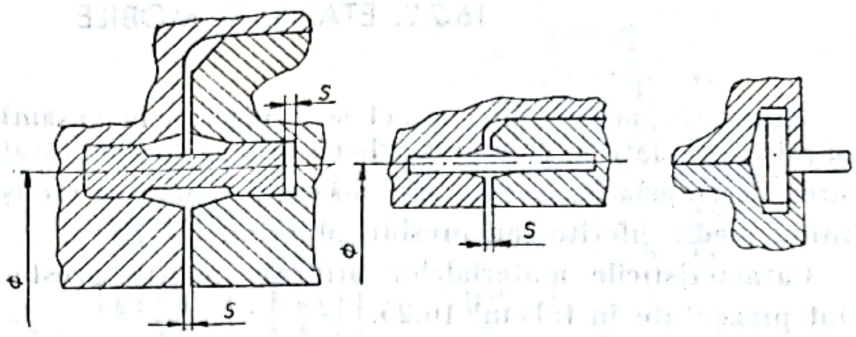
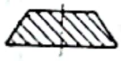
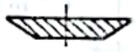
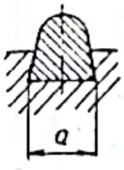
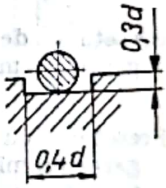


Fig. 16.28

În figurile 16.27 și 16.28 sînt prezentate etanșările pentru presiuni ridicate, iar datele caracteristice în tabelul 16.24.

Tabelul 16.24

Garnituri pentru vid

Tipul garniturii	I	II	III	IV	V
Garnitura în stare liberă					
Garnitura în stare montată					
Lățimea garniturii	1.1 a	(1,2...1,7)a	(2,3...1,5)a	a (golul $\frac{a}{4}$)	d
Înălțimea garniturii	a	0,5a	0,2a	a	d

Un sistem de etanșare utilizat pentru instalații cu presiuni ridicate și temperaturi joase este prezentat în figura 16.29. Între inelele cu umăr *1* ale conductelor strînse între flanșele *2*, se află garnitura *3*, formată dintr-un strat de cauciuc vulcanizat pe un inel metalic.

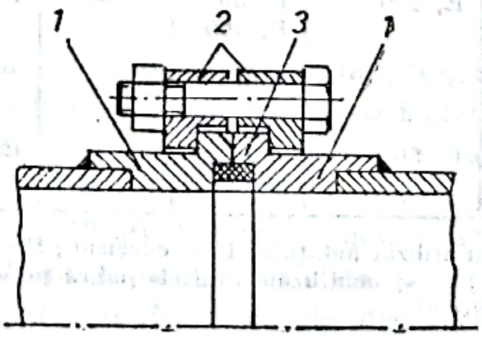


Fig. 16.29

16.2.2. ETANȘĂRI MOBILE

Etanșările mobile cu contact se utilizează la ansamblurile de piese care au mișcare relativă, cum sînt arborii în mișcarea de rotație, sau tijele în mișcarea de translație, la care este necesară separarea etanșă a unor spații conținînd medii diferite sau presiuni diferite.

Caracteristicile materialelor utilizate pentru aceste tipuri de garnituri sînt prezentate în tabelul 16.25.

Tabelul 16.25

Recomandări de utilizare a garniturilor pentru presetupe

Tipul presetupei	Presetupe pentru mișcări de rotație			Presetupe pentru mișcări de translație		
	Presetupe pentru tije de armături și diferite aparate și mecanisme cu o viteză periferică sub 0,5 m/s	Presetupe pentru arbori de pompe, turbocompresoare, centrifuge și alte mașini cu mișcări de rotație cu viteză periferică de:		Presetupe pentru tije de armături, aparate de reglare, pompe cu plunger etc. cu viteză sub 0,5 m/s	Presetupe pentru tije de pompe cu piston compresoare, mașini cu abur, aparate de reglare și distribuție etc. cu viteză de:	
		pînă la 15 m/s	peste 15 m/s		pînă la 15 m/s	peste 15 m/s
Presetupe de garnituri moi	E, 200	E, 50	—	E 200	E, 100 C, 200	C, 100
Presetupe cu garnituri mixte cu inserații metalice sau înveliș metalic	E, 50—400	E, 100	—	E, 50—400	E, 300	L, 200
Presetupe cu garnituri metalice moi din compoziție plumb	E, 400	B, 200	C 20	B, 100	E, 100—500	C, 100
Presetupe cu etanșări din pulberi din grafit sau teflon	E, 200	E, 50 B, 100	—	E, 200	B, 200	B, 200
Presetupe cu garnituri de formă stabilă	E, 500	—	—	E, 500	C, 500	—

Observație: S-au utilizat notațiile: E — excelent; B — bine; L — limitat; C — condiționat; — neutilizabil. Cifrele indică presiunile maxime ce pot fi etanșate în daN/cm².

Scanned with OKEN Scanner

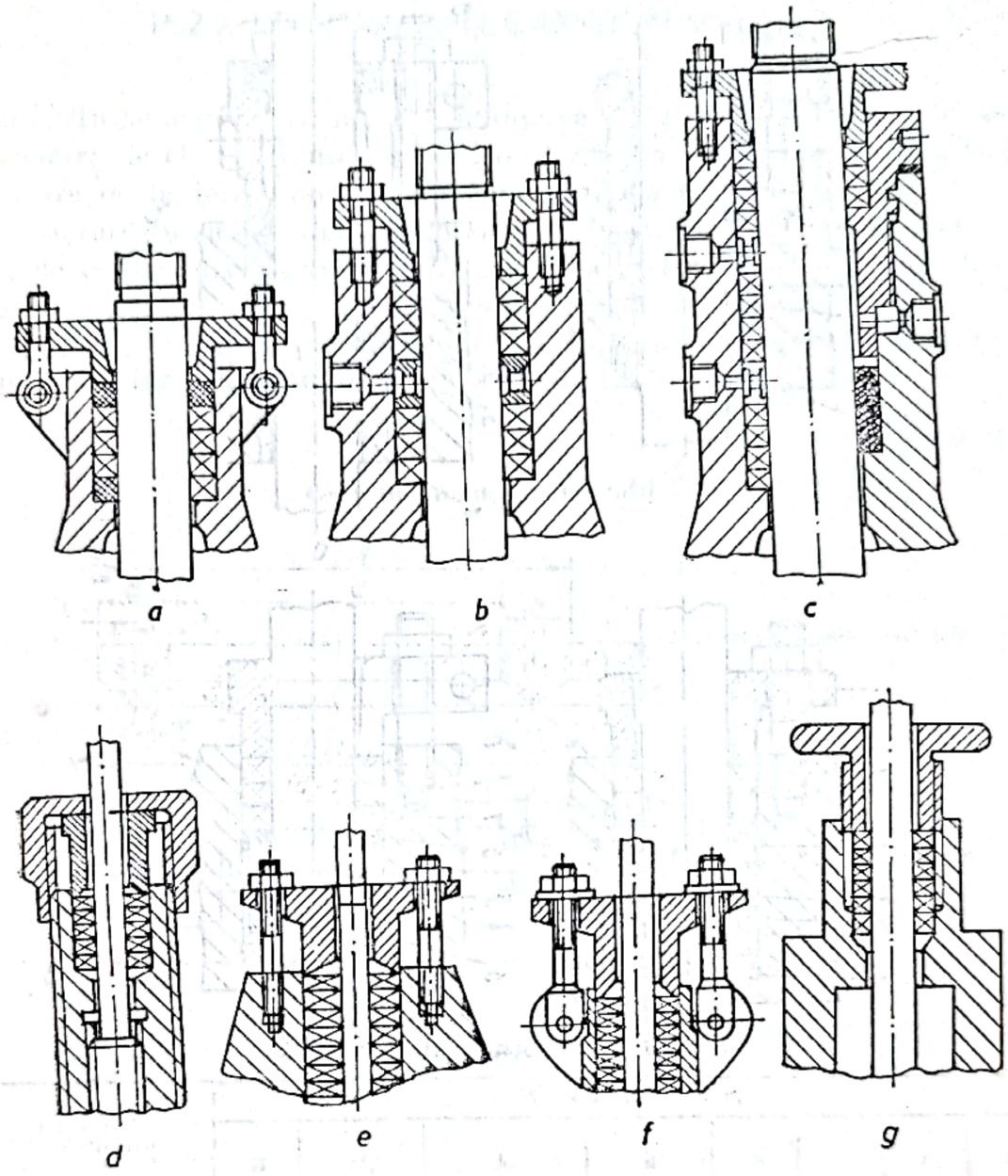


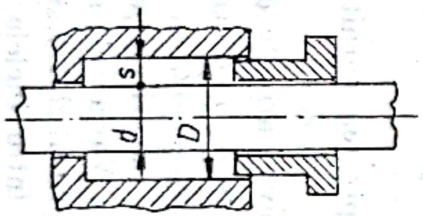
Fig. 16.30

Diferite tipuri de etanşări pentru tije de robinet sînt prezentate în figura 16.30.

În figura 16.31 este prezentată tipizarea garniturilor în funcţie de diametrul tijei.

În figura 16.32 sînt prezentate cîteva variante de presgarnituri ce diferă între ele prin piesa de presare *2*, care poate fi dintr-o bucată (fig. 16.32, *a*), din două bucăţi cu ştift de centrare *6* (fig. 16.32, *b*), din două bucăţi cu şurub de păsuire *6* (fig. 16.32, *c*) şi din două bucăţi cu şurub de păsuire *6* şi inel de etanşare *7* cu capac *8* (fig. 16.32, *d*). Variantele mai diferă prin numărul de garnituri *1*, prin bucşa de fund *4*, prin inelul distanţier *5* şi prin numărul de garnituri intermediare *3*, situate între inelele distanţiere.

Scanned with OKEN Scanner



d	s	Presiune daN/cm²	Număr de inele
4-4,5	2,5		
5-7	3,0		
8-11	4,0		
12-18	5,0	Până la 6	4
29-26	6,0	5-16	5
28-38	8,0	16-32	6
38-50	10,0	32-50	7
53-75	12,5	50-54	8
80-120	16,0	54-100	10
125-200	20,0	Peste 100	12

Fig. 16.31

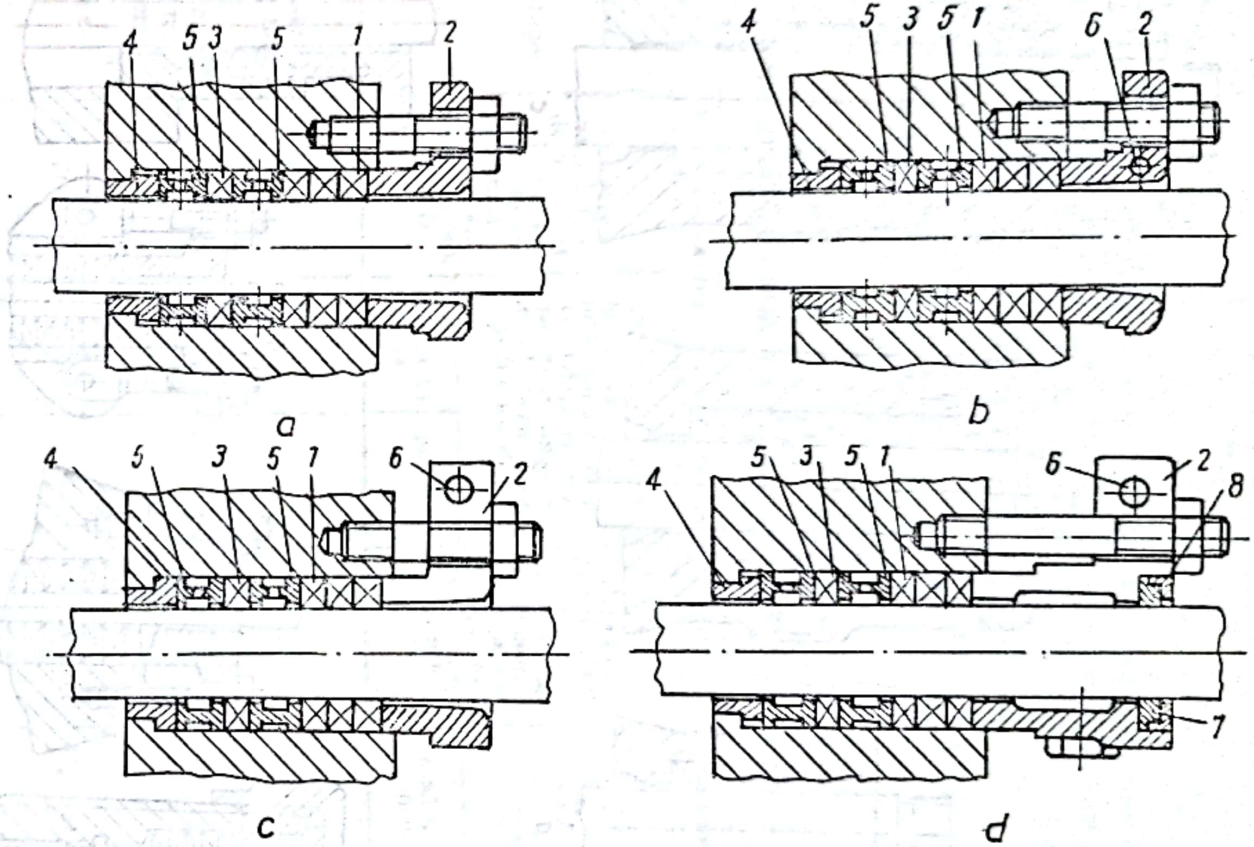


Fig 16.32

Scanned with OKEN Scanner

16.2.3. ETANȘĂRI PRIN GARNITURI-MANȘETĂ

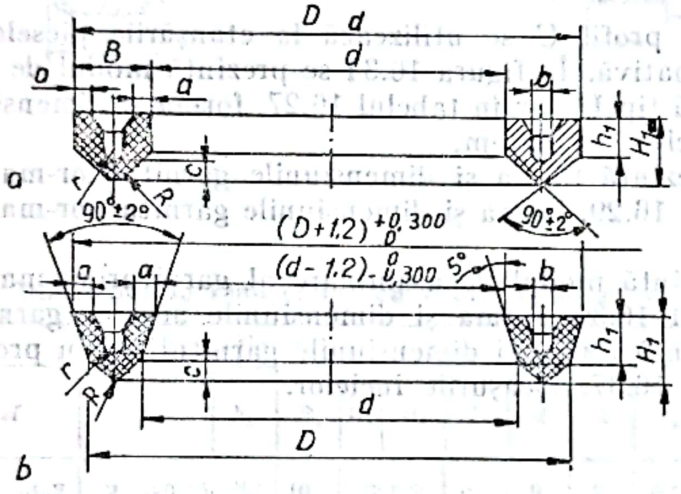
Garniturile-manșetă realizează etanșarea datorită forței rezultate prin deformarea lor elastică inițială și presarea pe suprafața de contact și a forței provenite de la însăși presiunea mediului ambiant.

Garniturile-manșetă sînt de diferite forme și dimensiuni, în funcție de cerințele constructive și funcționale ale elementelor la care trebuie să asigure etanșarea.

În tabelul 16.26 se prezintă forma și dimensiunile garniturilor-manșetă cu profil V, iar în figura 16.33, un exemplu de utilizare.

Tabelul 16.26

Garnituri manșetă cu profil V



Manșetă cu buze paralele

Manșetă cu buze evazate

Dimensiunile manșetelor V, în mm

Domeniul de diametre d	Manșeta (fig. *a* și *b*)							
	B	H_1	h_1	a	b	c	r	R
10...18	6	4,8±0,5	2,5 $^{+0,5}_{-0,2}$	0,8±0,1	1,2	1,2	0,6	1,8
20... 30	7,5	6 ±0,6	3,2 $^{+0,5}_{-0,2}$	0,8±0,1	1,5	1,5	0,75	2,25
32... 58	10	8 ±0,6	5,3 $^{+0,5}_{-0,2}$	0,8±0,1	2	2	1	3
60...120	12,5	10±0,6	4,2 $^{+0,5}_{-0,2}$	1,8±0,1	2,5	2,5	1,25	3,75
125...250	15	12±0,8	6,4 $^{+0,5}_{-0,2}$	1,8±0,1	3	3	1,5	4,5
Peste 260	20	16±0,8	8,5 $^{+1,2}_{-0,4}$	1,8±0,1	4	4	2	6

Scanned with OKEN Scanner

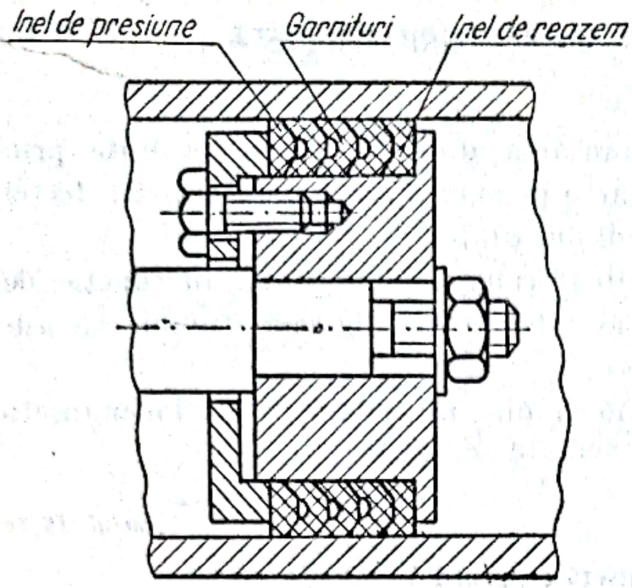


Fig. 16.33

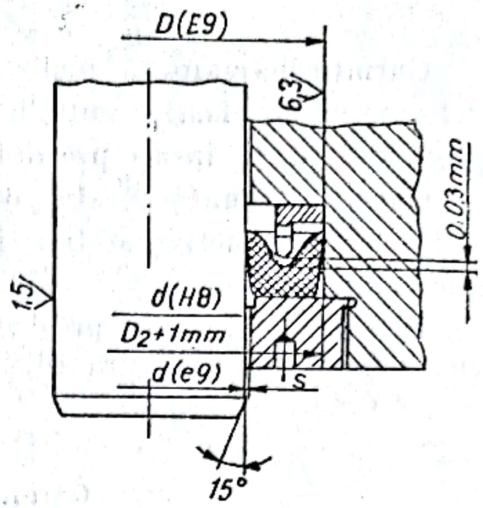


Fig. 16.34

Garniturile-manşetă cu profil U se utilizează la etanşările pieselor cu mişcare de translaţie alternativă. În figura 16.34 se prezintă modul de montare al garniturilor-manşetă tip U, iar în tabelul 16.27, forma şi dimensiunile acestor garnituri şi a inelelor de reazem.

În tabelul 16.28 se prezintă forma şi dimensiunile garniturilor-manşetă cu profil L I, iar în tabelul 16.29, forma şi dimensiunile garniturilor-manşetă cu profil LE.

În figura 16.35 se prezintă modul de asamblare al garniturilor-manşetă cu profil J, dar în tabelul 16.30, forma şi dimensiunile acestor garnituri.

În figura 16.36 se prezintă forma şi dimensiunile garniturilor cu profil O sau inele O, iar în figura 16.37, locaşurile inelelor.

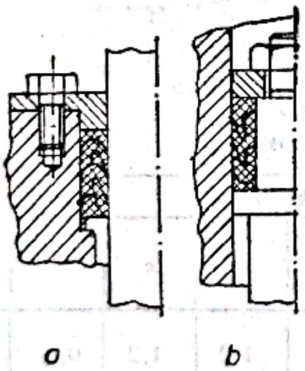


Fig. 16.35

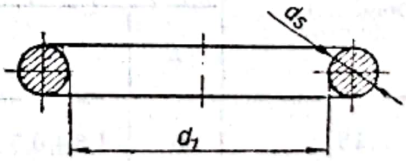


Fig. 16.36

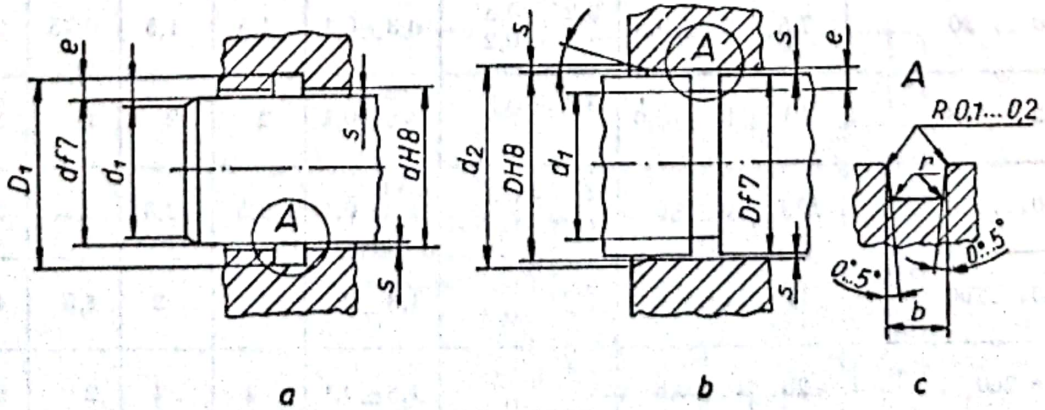
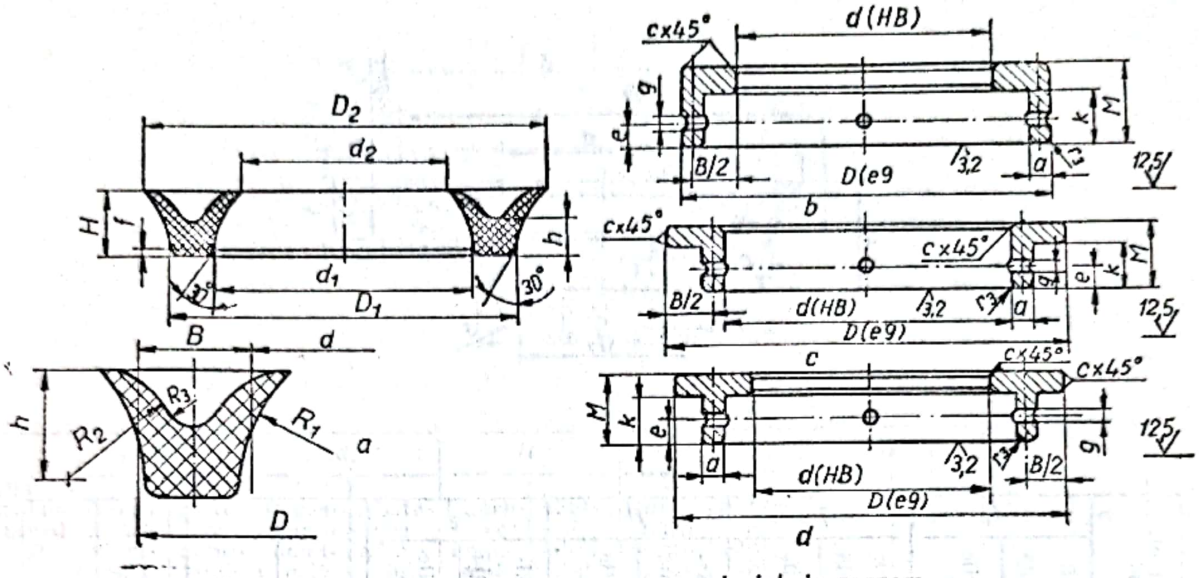


Fig. 16.37

Garnituri-manşetă cu profil U



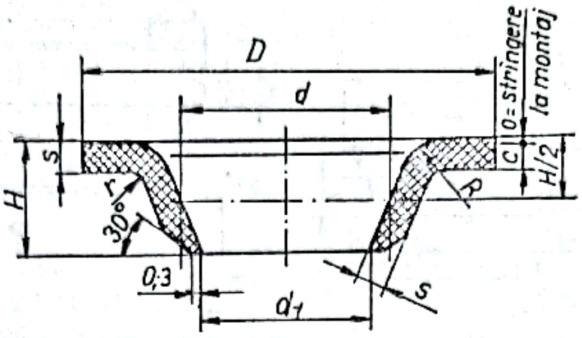
Dimensiunile manşetelor cu profil U şi a inelelor de reazem, în mm

Manşeta (v. fig. *a*)								Inelul de reazem (v. fig. *b*, *c*, *d*)								Domeniul de diametre *d*
B	*H*	*h*	h_1	R_1	R_2	R_3	*f*	*M*	*k*	r_3	*a*	*c*	*g*	*e*	Numărul de găuri	
2,5	4 −0,2	2 −0,15	2,5	10	3	0,5	0,6	9	7	0,5	1	0,3	2	2,5	4	4 — 7
3	4 −0,2	2 −0,15	2,5	10	3	0,75	0,6	9	7	0,5	1	0,3	2	2,5	4	4 — 11
4	4 −0,2	2 −0,15	2,5	10	3	1	0,6	9	7	0,5	1	0,3	2	2,5	4	4 — 16
5	4 0,2	2 −0,15	2,5	10	3	1,5	0,6	9,5	7,5	0,9	1,8	0,3	2	2,5	4	5 — 14
5	6 −0,3	3 −0,2	2,8	10	3	1,5	0,6	9,5	7,5	0,9	1,8	0,3	2	2,5	4	11 — 22
6	6 −0,3	3 −0,2	2,8	10	3	1,5	0,6	10	8	1,1	2,2	0,4	2	2,5	4	10 — 22
8	6 −0,3	3 −0,2	2,8	10	3	2	0,6	11	9	1,4	2,8	0,5	2	3	4	12 — 20
6	8 −0,4	4 −0,25	5,2	15	6	2	1,2	10	8	1,1	2,2	0,4	2	2,5	4	18 — 25
8	8 −0,4	4 −0,25	5,2	15	6	2	1,2	11	9	1,4	2,8	0,5	2	3	4	14 — 25
10	8 −0,4	4 −0,25	5,2	15	6	2	1,2	13,5	10,5	1,6	3,2	0,5	3	3,5	4	20 — 25
8	10 −0,5	5 −0,3	6	20	6	1,5	1,2	11	9	1,4	2,8	0,5	2	3	4	28 — 48
10	10 −0,5	5 −0,3	6,4	25	7	2,5	1,5	13,5	10,5	1,6	3,2	0,5	3	3,5	4	28 — 80
12,5	10 −0,5	5 −0,3	6,4	25	7	3,5	1,5	16,8	12,5	2,1	4,2	1	3	4	4	32 — 50
12,5	12,5 −0,6	6,3 −0,4	8	31	9	3	1,8	15,8	12,5	2,1	4,2	1	3	4	4	50 — 80
15	12,5 −0,6	6,3 −0,4	9	35	10	4	1,8	19	14	2,5	5	1,5	3	4,5	6	55 — 80
12,5	15 −0,7	7,5 −0,5	9	30	11	2,5	2,3	16,8	12,5	2,1	4,2	1	3	4	4	90 — 120
15	15 −0,7	7,5 −0,5	9,4	37,3	11	3,5	2,3	19	14	2,5	5	1,5	3	4,5	6	80 — 190
20	15 −0,7	7,5 −0,5	13,5	40	15	5	2,3	22,8	17,5	3,4	6,8	2	4	5,5	8	80 — 190
25	15 −0,7	7,5 −0,5	14,8	40	15	4	2,3	29,5	21,5	4	8	2	5	6,5	8	125 — 190
20	20 −1,0	10 −0,6	12,4	50	14	5	3	22,5	17,5	3,4	6,8	2	4	5,5	8	100 — 480
25	20 −1,0	10 −0,6	13,6	50	14	5	3	29,5	21,5	4	8	2	5	6,5	8	200 — 500
30	20 −1,0	10 −0,6	13,6	50	14	5	3	37	27	4,9	9,8	2	5	6,5	10	200 — 500

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.28

Dimensiunile manşetelor cu profil LI, în mm

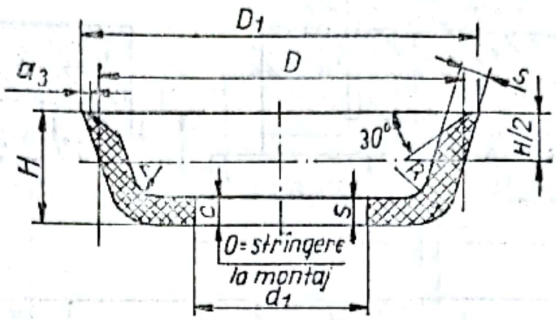


Diametrul nominal d	d_1		D_2		H		s		r	R	C	a
	Dimensiunea nominală	Abaterile admise	Dimensiunea nominală	Abaterile admise	Dimensiunea nominală	Abaterile admise	Dimensiunea nominală	Abaterile admise				
6	5		20									
6,3	5		26									
8	6,5	+0,2 −0,3	20	±0,6	6	+0,8 −0,4						
10	8		25						0,5	2,5		
12	10						2	+0,6 −0,2			1,7	0,3
14	11		32									
16	13		32		8	+0,8 −0,4						
18	15		32						0,8	2,5		
20	17		40									
22	19	+0,3 −0,4	40	±0,8								
25	21		50			+0,8		+0,6				
28	24		50		10		2,5				2,1	0,4
32	28		60			−0,4		−0,2	1	3		
36	32		60									
40	35		70									
45	40		70			+1,0		+0,6				
50	45	+0,4 −0,5	80	±1,0	12	−0,5	3	−0,2	1	3,5	2,6	0,4
55	49	+0,4 −0,5	80									
63	57		90	+1,0								
70	64		100									
80	74	+0,5 −0,8	110			+1,0		+0,6				
90	84		125		14		3,5		1,5	4	3,1	0,4
100	94		140			−0,5		0,3				
				±1,2								

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.29

Dimensiunile manșetelor cu profil LE

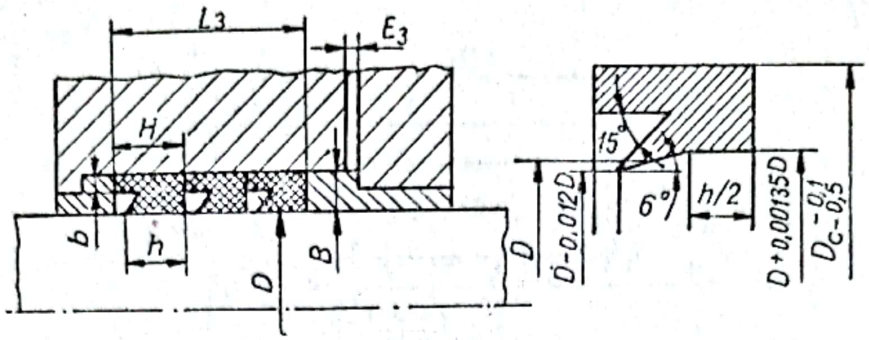


Diametrul nominal D	D_1		d_1		H		s		r	R	c	a
	Dimensiunea nominală	Abaterile admisibile	Dimensiunea nominală	Abaterile admisibile	Dimensiunea nominală	Abaterile admisibile	Dimensiunea nominală	Abaterile admisibile				
10	12		5		7		2					
12	14		5		7		2					
14	16	+0,3 −0,2	6		7		2					
18	20		6		7		2					
20	22	+0,4	8		7		2		0,5	2,5	1,7	0 3
22	24	−0,3	8		7		2					
25	27		10	±0,6	7		2					
28	30		10		7		2					
32	35	+0,6 −0,4	12		7		2	+0,6 −0,2				
36	39		12		7		2					
40	43		16		7	+0,8	2					
45	49		16		8	−0,4	2					
50	53		20		8		2					
52	55		20		8		2,5					
63	65		25		8		2,5					
70	74		25		8		2,5					
80	84	+0,8 −0,5	32	±0,8	10		2,5		1	3	2,1	0,4
90	95		40		12		3	−0,6				
100	105	+1,1	50		12		3	+0,3	1	3,5	2,6	0,4
110	116	−0 6	50		12		3					

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16.30

Dimensiunile manşetelor J masive



B	H	b	h	L_2	E_2	L_3	E_3	L_4	E_4
5	10	3	8	20	2	30	3	40	4
5,5	10	3	8	20	2	30	3	40	4
6	10	4	8	20	2	30	3	40	4
7	10	4	8	20	2	30	3	40	4
7,5	12	4,5	10	24	2	36	3	48	4
8,5	12	5	10	24	2	36	3	48	4
10	16	6	13	32	4	48	6	64	8
12,5	20	8	16	40	4	60	6	80	8
15	25	11	23	50	6	75	9	100	12
20	32	12,5	27	64	6	96	9	128	12
25	40	15,5	33	80	10	120	15	160	20

Observaţie : Cotele L_2, E_2 şi L_4, E_4 corespund unui număr de 2, respectiv 4 garnituri, manşetă.

Etanşările de protecţie se pot realiza cu inele din pîslă ca în figurile 16.38 şi 16.39, sau cu garnituri-manşetă de rotaţie.

Garnitura-manşetă de rotaţie (fig. 16.40) este formată din manşonul de cauciuc *1*, armătura metalică *2* şi arcul inelar *3*.

În figura 16.41 se prezintă montajul unei manşete de rotaţie (simering).

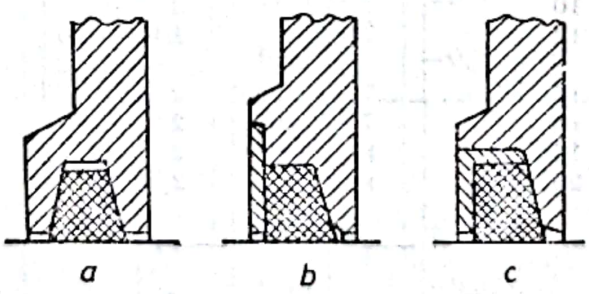


Fig. 16.38

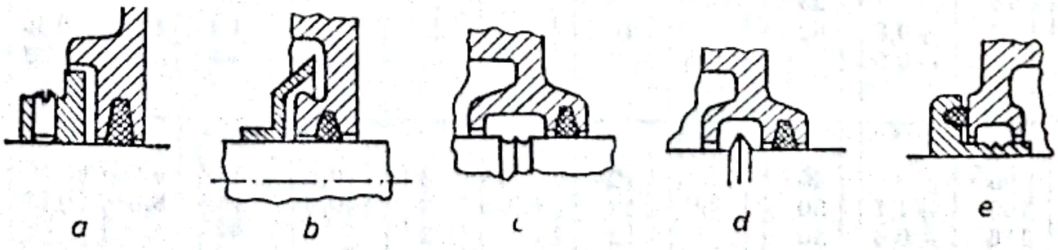


Fig. 16.39

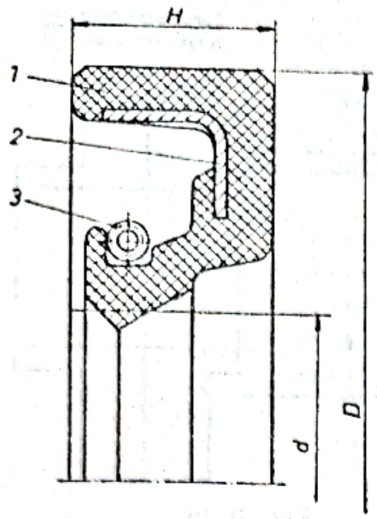


Fig. 16.40

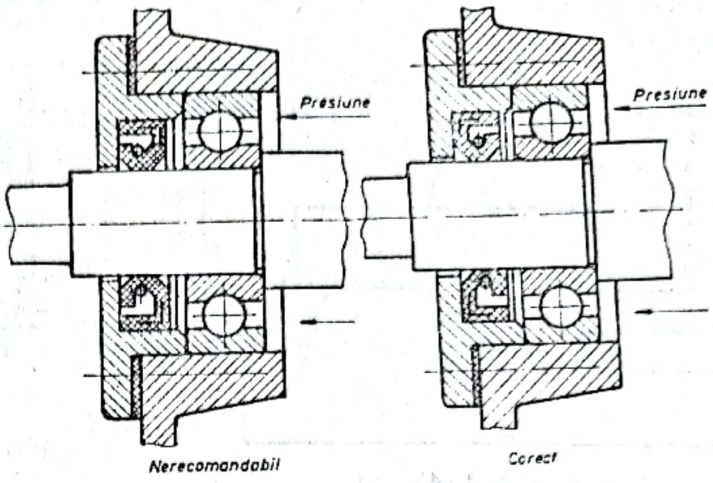


Fig. 16.41

16.3. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se reprezinte asamblarea cu șurub cu cap hexagonal M8 pentru montarea pieselor din figura 16.42.

2. Să se reprezinte asamblarea cu șurub cu cap semirotund crestat pentru fixarea clemei elastice din figura 16.43.

3. Să se reprezinte asamblarea pieselor prevăzute cu flanșe cilindrice, din figura 16.44, cu șuruburi cu cap cilindric crestat.

4. Să se reprezinte asamblarea cu prezon, șaibă și piuliță hexagonală pentru fixarea capacului din figura 16.45.

5. Să se reprezinte asamblarea pieselor din figura 16.46 cu șuruburi cu cap cilindric și locaș hexagonal.

6. Să se reprezinte asamblarea cu șurub cu cap înecat crestat pentru piesele indicate în figura 16.47.

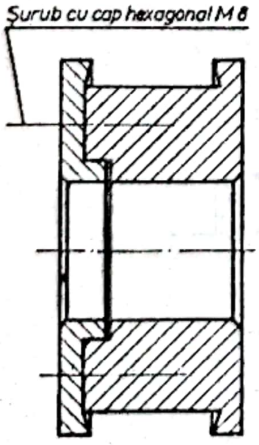


Fig. 16.42

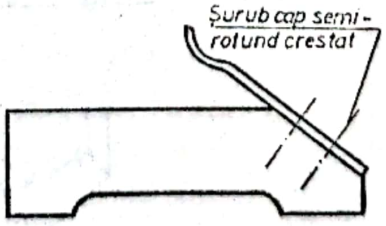


Fig. 16.43

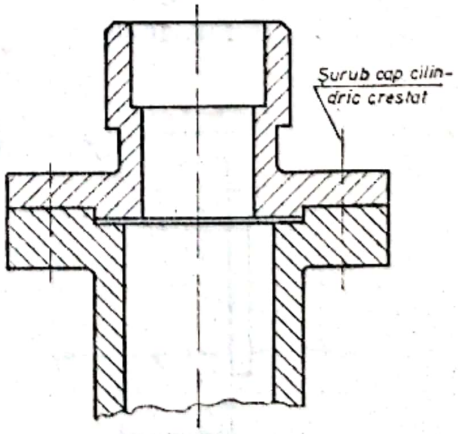


Fig. 16.44

Scanned with OKEN Scanner

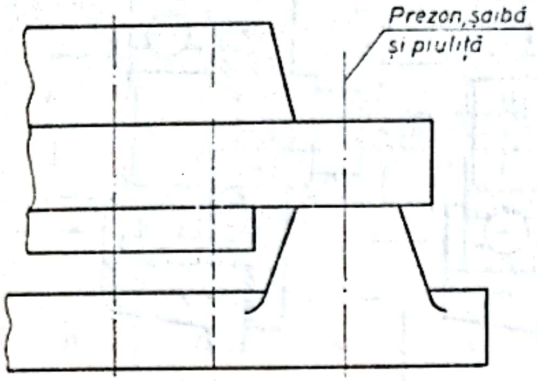


Fig. 16.45

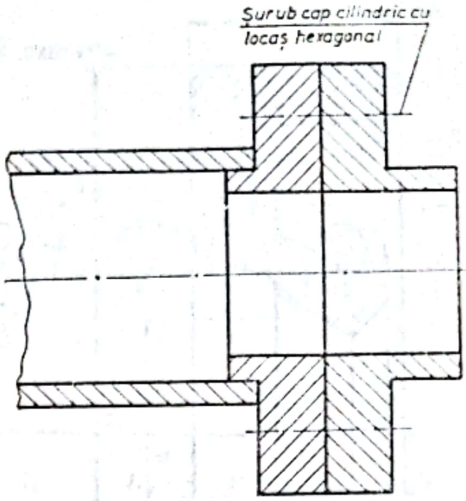


Fig. 16.46

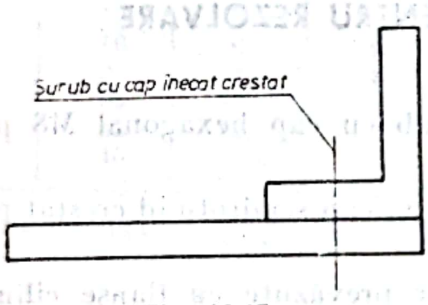


Fig. 16.47

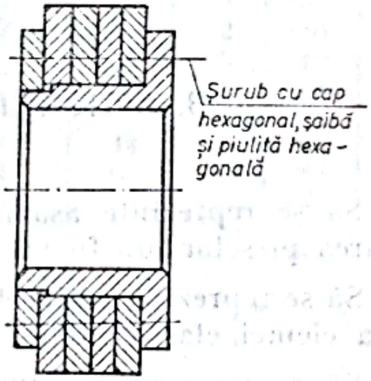


Fig. 16.48

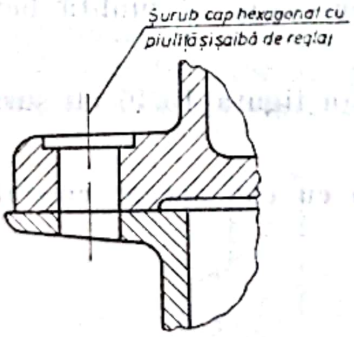


Fig. 16.49

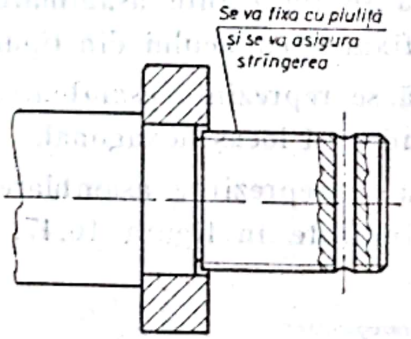


Fig 16.50

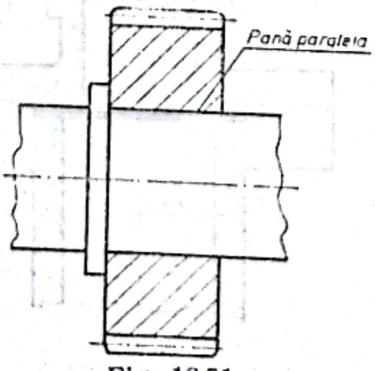


Fig. 16.51

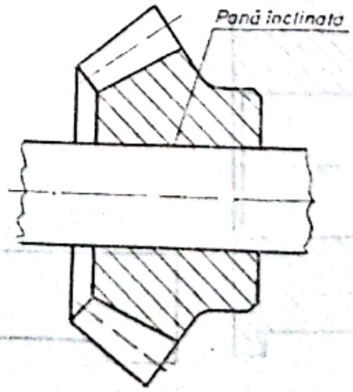


Fig. 16.52

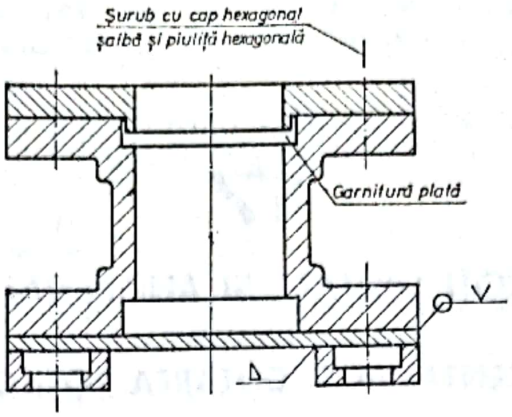


Fig. 16.53

7. Să se reprezinte asamblarea cu şurub cu cap hexagonal, şaibă şi piuliţă hexagonală pentru pachetul de discuri din figura 16.48.

8. Să se reprezinte asamblarea cu şurub cu cap hexagonal, piuliţă şi şaibă de reglaj pentru fixarea pieselor din figura 16.49.

9. Să se reprezinte strîngerea rolei pe arbore cu piuliţă crenelată şi asigurarea evitării autodeşurubării, utilizînd un cui spintecat (fig. 16.50).

10. Să se reprezinte asamblarea roţii dinţate cilindrice pe arbore, cu pană paralelă (fig. 16.51).

11. Să se reprezinte asamblarea roţii dinţate conice pe arbore, cu pană înclinată (fig. 16.52).

12. Să se completeze figura 16.53 cu asamblările indicate în figură.

Scanned with OKEN Scanner

17

ROȚI DINȚATE ȘI ANGRENAJE

17.1. REPREZENTAREA ȘI COTAREA ROȚILOR DINȚATE

Roata dințată este un organ de mașină compus din trei părți principale : coroana dințată, butucul și spițele sau discul. Elementul principal al unei roți dințate este dantura, formată din dinți dispuși pe un corp de revoluție (cilindric, conic etc.). Butucul formează partea centrală a unei roți dințate, servind la montarea roții pe un arbore ; butucul este prevăzut cu canal de pană pentru toate roțile fixe pe arbori. Discul sau spițele fac legătura între butuc și coroana dințată.

Elementele geometrice principale ale unei roți dințate sînt reprezentate în figura 17.1. Se disting :

— diametrul de rostogolire D_r reprezentînd cercul pe care grosimea dintelui este egală cu golul dintre dinți ;

— diametrul exterior D_e sau cercul de vîrf ;

— diametrul interior D_i sau cercul de picior ;

— dintele format din :

— capul dintelui (dimensiunea a) ;

— piciorul dintelui (dimensiunea b) ;

— golul dintre dinți, reprezentînd lărgimea golului, măsurată pe arcul corespunzător al cercului de rostogolire ;

— flancul dintelui, reprezentînd porțiunea de suprafață de-a lungul unui dinte, cuprinsă între suprafața de picior și suprafața de vîrf ;

— profilul dintelui ;

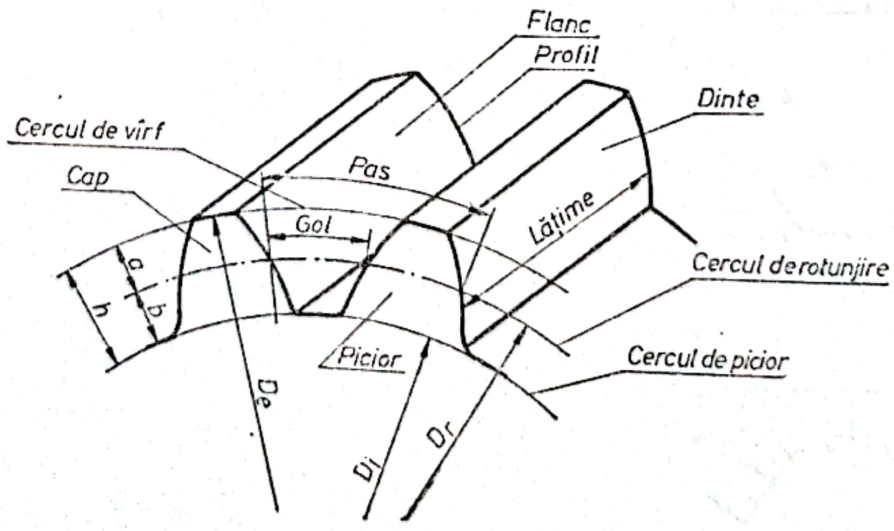


Fig. 17.1

Scanned with OKEN Scanner

— pasul p, reprezentînd distanţa dintre două flancuri de acelaşi sens a doi dinţi alăturaţi, măsurată pe cercul de rostogolire ;

— numărul de dinţi z ;

— jocul de picior c, reprezentînd distanţa măsurată pe linia centrelor între cercul de vîrf al unei roţi dinţate a unui angrenaj şi cercul de picior al roţii conjugate ;

— modulul m : $m = \frac{D_r}{z}$.

Modulul este elementul principal al unei roţi dinţate. STAS 822-61 stabileşte gama de valori standardizate pentru valorile modulului, iar în tabelul 17.1 se dă un extras din acest standard.

Tabelul 17.1

Transmisii prin roţi dinţate. Gama modulilor după STAS 822-61

I	II	I	II	I	II	I	II
mm		mm		mm		mm	
			0,11		1,125		11
		0,12		1,25		12	
			0,14		1,375		14
		0,15		1,5		16	
			0,18		1,75		18
		0,2		2		20	
			0,22		2,25		22
		0,25		2,5		25	
			0,28		2,75		28
		0,3		3		32	
			0,35		3,5		36
		0,4		4		40	
			0,45		4,5		45
0,05		0,5		5		50	
	0,055		0,55		5,5		55
0,06		0,6		6		60	
	0,07		0,7		7		70
0,08		0,8		8		80	
	0,09		0,9		9		90
0,1		1,0		10		100	

Obs. Standardul stabileşte gama de moduli pentru angrenajele cilindrice cu profilul în evolventă, angrenajele conice cu dinţi drepţi sau înclinaţi şi angrenajele melcate cu melc cilindric.

Înălţimea dintelui h este distanţa măsurată pe rază între cercul de picior şi cercul de vîrf :

$$h = a + b,$$

unde :

$a = m$;
$b = (1,2...1,25)\ m$.
Diametrul exterior $D_e = D_r + 2a$.
Diametrul interior $D_i = D_r - 2b$.
Pasul $p = m\pi$.

Regulile pentru reprezentarea şi cotarea unei roţi dinţate cilindrice cu profilul în evolventă, cu dinţi drepţi, înclinaţi sau în V, sînt stabilite prin STAS 5013-74.

Pe desenele de execuţie ale roţilor dinţate cilindrice se indică elementele de bază necesare pentru prelucrarea şi controlul danturii respective.

Astfel, la reprezentarea în secţiune a unei roţi dinţate cilindrice, se reprezintă cu linie continuă groasă generatoarele suprafeţelor picioarelor dinţilor, considerîndu-se, în mod convenţional, că operaţia de secţionare s-a efectuat prin golul dintre doi dinţi alăturaţi.

Diametrul de rostogolire se reprezintă cu linie-punct subţire. La reprezentarea în vedere, se reprezintă cu linie continuă groasă cercul vîrfurilor dinţilor, cu linie-punct subţire diametrul de rostogolire, iar cercul picioarelor dinţilor nu se reprezintă.

Pe desenul de execuţie al unei roţi dinţate se adaugă un tabel pentru înscrierea următoarelor elemente :

— modulul pentru danturi cu dinţi drepţi, respectiv modulul normal şi modulul frontal pentru danturi cu dinţi înclinaţi sau în V ;

— numărul de dinţi ;

— cremaliera de referinţă, notată conform STAS 821-63 ;

— unghiul de înclinare de divizare al dintelui pentru danturi cu dinţi înclinaţi sau în V ;

— sensul înclinării dintelui (se scrie „dreapta“ sau „stînga“) numai pentru danturi cu dinţi înclinaţi ;

— diametrul de rostogolire ;

— deplasarea specifică a profilului pentru danturi cu dinţi drepţi, respectiv deplasarea specifică normală (sau frontală) pentru danturi cu dinţi înclinaţi sau în V ;

— lungimea (normală) pente *n* dinţi, grosimea dintelui, măsurată pe coardă, sau cota peste (între)două bile sau role de măsurare, prin indicarea valorii nominale corespunzătoare angrenării fără joc şi a celor două abateri limită corespunzătoare jocului prescris şi despărţit printr-o liniuţă oblică, numărul *n* de dinţi, înălţimea dintelui la coarda de măsurare sau respectiv diametrul bilelor sau rolelor de măsurare ;

— clasa de precizie a danturii şi simbolul jocului dintre flancuri, conform STAS 6273-60 ;

— distanţa între axe şi abaterile limită ;

— unghiul între axe (numai în cazul roţilor angrenajelor cilindrice încrucişate) ;

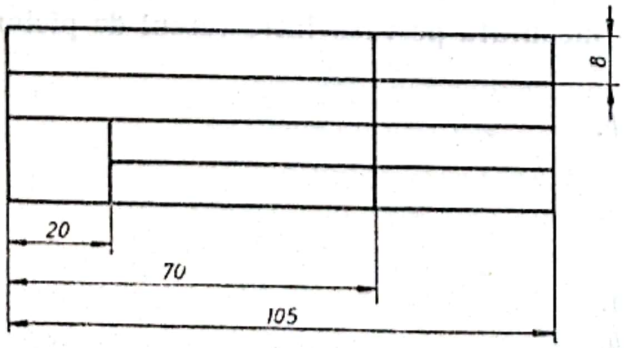


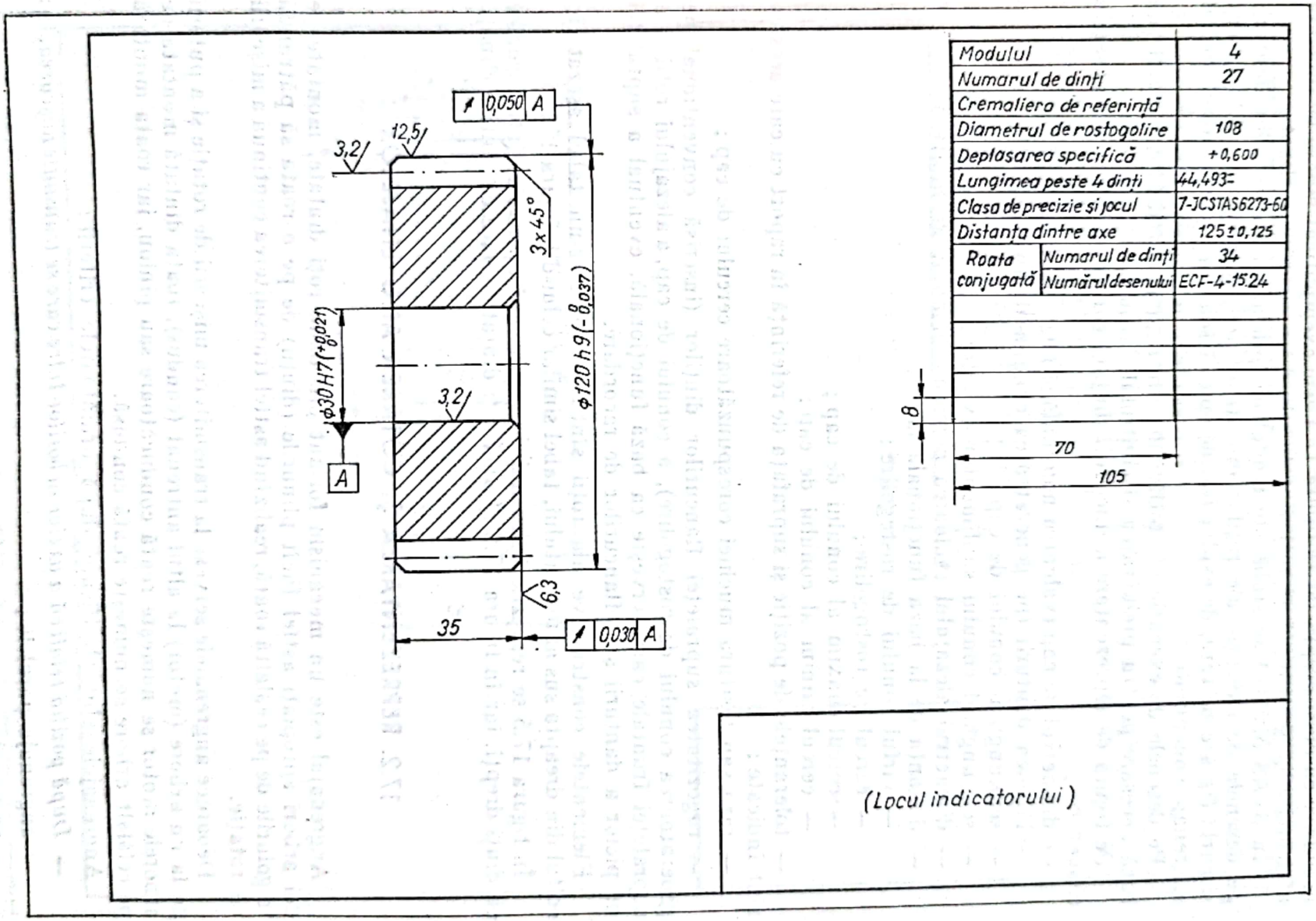
Fig. 17.2

— roata conjugată, prin indicarea numărului de dinţi şi numărului desenului de execuţie ;

— indicii de precizie, conform STAS 6273-60, utilizaţi pentru verificarea clasei de precizie a danturii.

Acest tabel, avînd forma şi dimensiunile indicate în figura 17.2, se amplasează în colţul din dreapta sus al desenului roţii dinţate respective.

Scanned with OKEN Scanner



Modulul		4
Numarul de dinți		27
Cremaliera de referință		
Diametrul de rostogolire		108
Deplasarea specifică		+0,600
Lungimea peste 4 dinți		44,493-
Clasa de precizie și jocul		7-JCSTAS6273-60
Distanța dintre axe		125±0,125
Roata conjugată	Numarul de dinți	34
	Numărul desenului	ECF-4-15.24

Fig. 17.3

Scanned with OKEN Scanner

În figura 17.3 este reprezentat desenul de execuţie al unei roţi dinţate cilindrice cu dinţi drepţi, iar în figura 17.4 este exemplificat modul de indicare a elementelor danturii unei roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi.

În STAS 5996-74 se stabileşte modul de indicare a elementelor danturii pe desenele de execuţie ale roţilor dinţate conice cu dinţi drepţi, înclinaţi şi curbi (în arc de cerc, de evolventă, de epicicloidă sau hipocicloidă) formînd angrenaje concurente.

Pe desenele de execuţie ale roţilor dinţate conice se indică elementele de bază necesare pentru prelucrarea şi controlul danturii respective.

Pe figura de reprezentare a unei roţi dinţate conice se indică următoarele elemente ;

— diametrul de cap (valoarea nominală şi abaterile limită) ;
— lăţimea danturii (pe generatoarea conului de rostogolire) ;
— semiunghiul conului de cap ;
— semiunghiul conului suplimentar exterior ;
— diametrul alezajului (valoarea nominală şi abaterile limită) ;
— distanţa de la baza funcţională la :
  — vîrful conului de rostogolire ;
  — cercul de rostogolire ;
  — cercul maxim al conului de cap ;
  — cercul minim al conului de cap ;
— toleranţele de poziţie şi suprafaţa de referinţă în raport cu care acestea sînt indicate ;
— raza sau teşitura muchiei corespunzătoare cercului de cap ;
— rugozitatea suprafeţei flancurilor dinţilor (inscrisă convenţional pe generatoarea conului de rostogolire), a conului de cap, a alezajului roţii şi a suprafeţei frontale care serveşte ca bază funcţională, eventual a suprafeţei de picior a danturii şi a flancurilor de racordare.

Elementele constructive ale roţii sînt înscrise într-un tabel aşezat în colţul din dreapta sus al formatului, tabel similar celui din figura 17.2.

În figura 17.5 se reprezintă desenul de execuţie al unei roţi dinţate conice cu dinţi drepţi, iar în figura 17.6 al unei roţi dinţate conice cu dinţi înclinaţi.

17.2. REPREZENTAREA ŞI COTAREA ANGRENAJELOR

Angrenajul este un mecanism format din două roţi dinţate, montate pe doi arbori apropiaţi astfel încît plinurile (dinţii) de pe o roată să pătrundă în golurile de pe cealaltă roată, realizînd astfel transmiterea continuă a mişcării de rotaţie.

Deoarece angrenajele servesc la transmiterea mişcării de rotaţie şi a puterii de la un arbore (motor) la altul antrenat (condus), roata dinţată montată pe arborele motor se numeşte roată conducătoare sau pinion, iar roata montată pe celălalt arbore se numeşte roată condusă.

Angrenajele sînt clasificate după următoarele criterii :

— *După poziţia relativă a axelor arborilor între care se transmite mişcarea*, în :
— angrenaje paralele ;
— angrenaje concurente ;
— angrenaje încrucişate (axele arborilor nu sînt cuprinse în acelaşi plan ; nu sînt nici paralele şi nici concurente) :

Scanned with OKEN Scanner

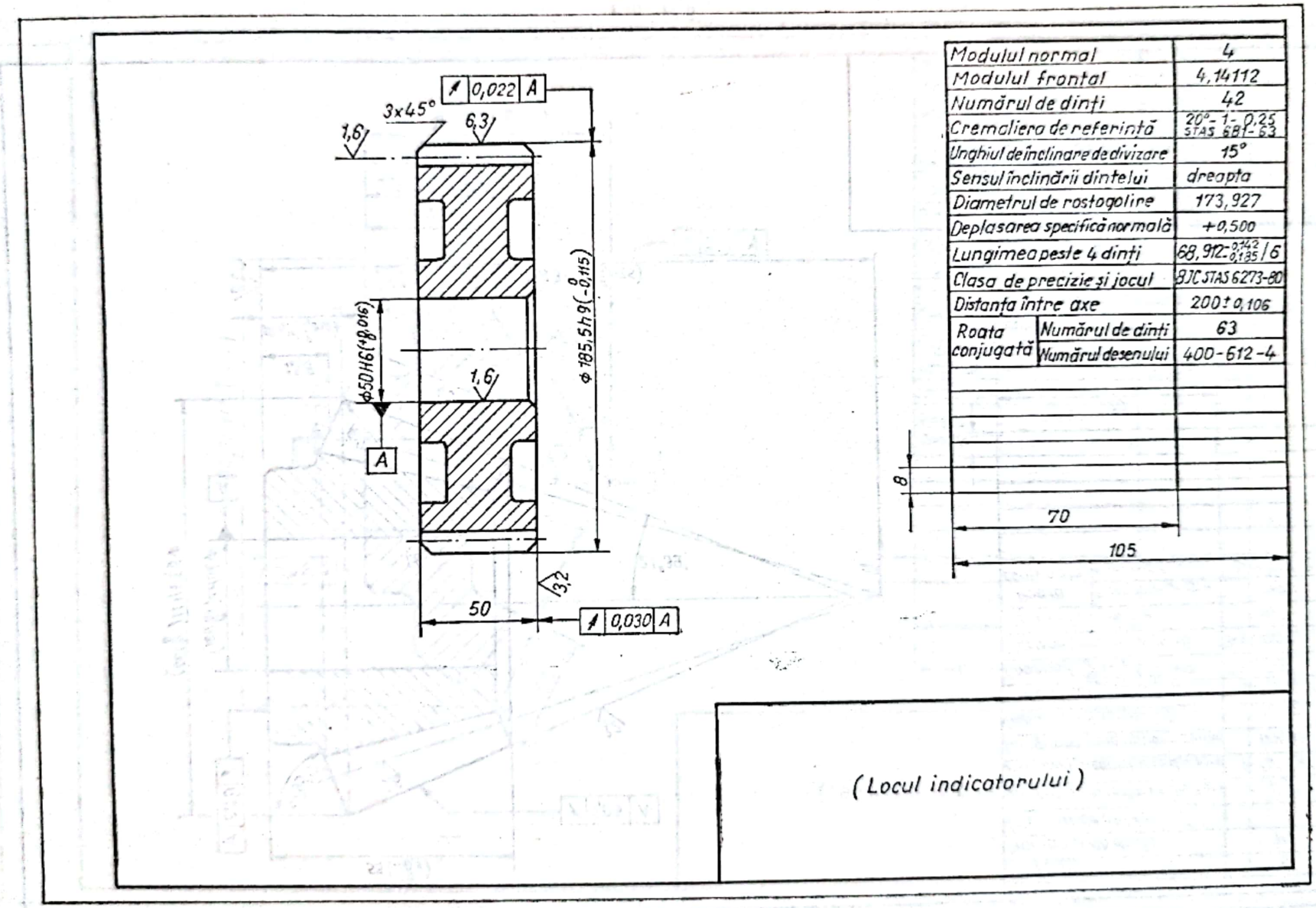
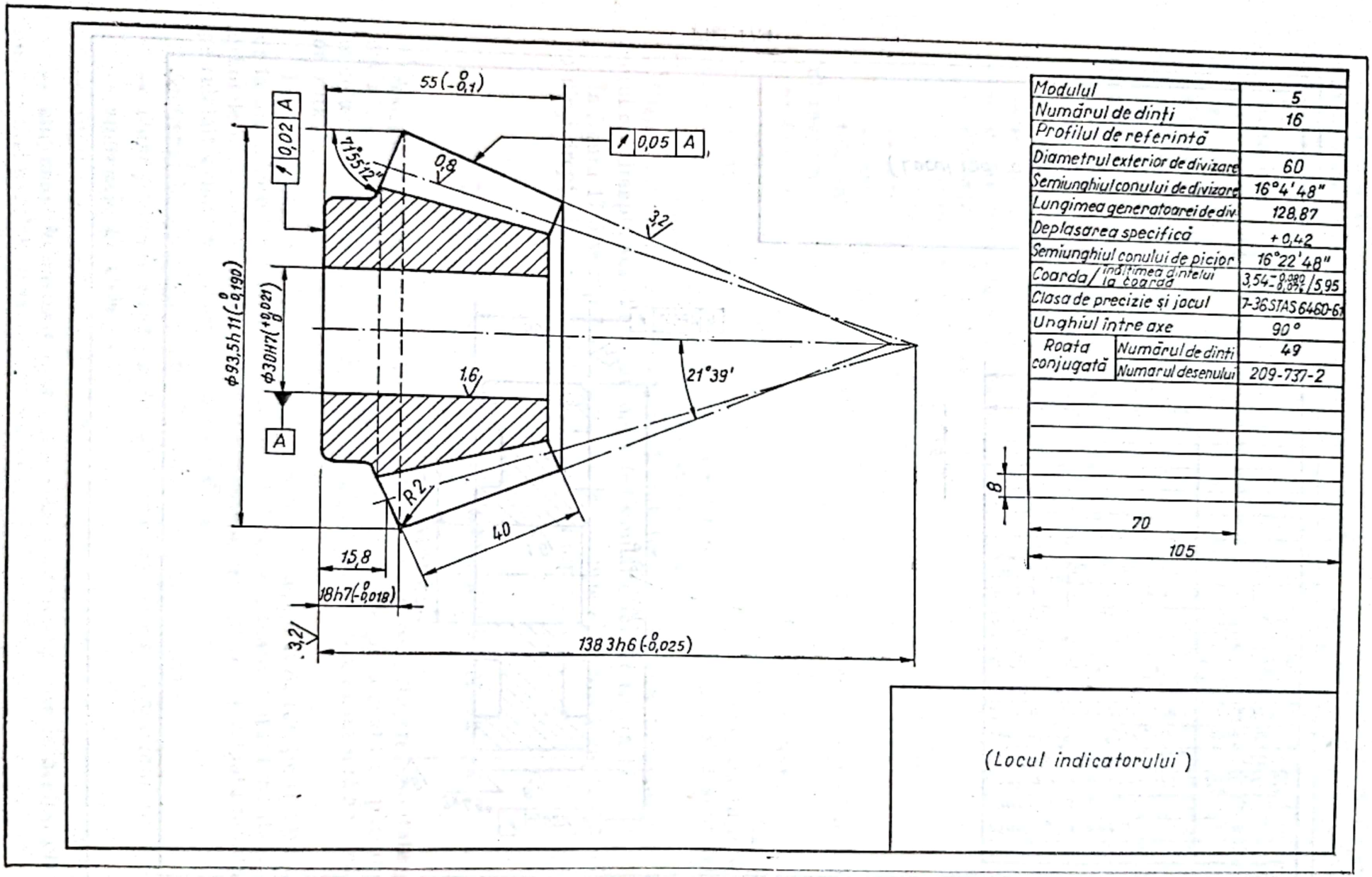


Fig. 17.4

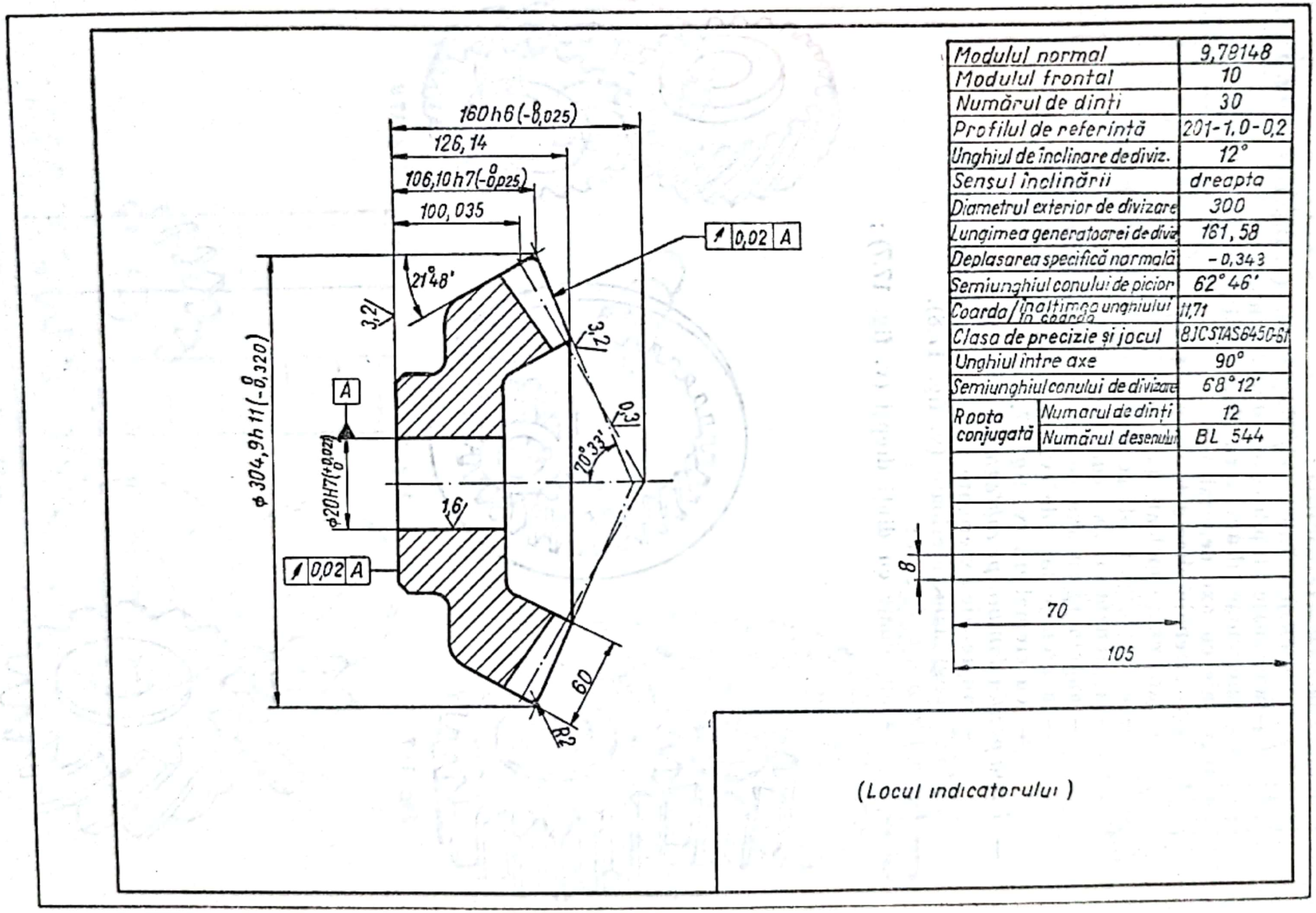
Scanned with OKEN Scanner



Modulul		5
Numărul de dinți		16
Profilul de referință		
Diametrul exterior de divizare		60
Semiunghiul conului de divizare		16°4'48"
Lungimea generatoarei de div.		128,87
Deplasarea specifică		+0,42
Semiunghiul conului de picior		16°22'48"
Coarda / înălțimea dintelui la coardă		3,54 -0,220 -0,097 / 5,95
Clasa de precizie și jocul		7-36 STAS 6460-61
Unghiul între axe		90°
Roata conjugată	Numărul de dinți	49
	Numărul desenului	209-737-2

Fig. 17.5

Scanned with OKEN Scanner



Modulul normal		9,78148
Modulul frontal		10
Numărul de dinți		30
Profilul de referință		201-1,0-0,2
Unghiul de înclinare de diviz.		12°
Sensul înclinării		dreapta
Diametrul exterior de divizare		300
Lungimea generatoarei de diviz.		161,58
Deplasarea specifică normală		-0,343
Semiunghiul conului de picior		62°46'
Coarda/înaltimea unghiului în coarda		11,71
Clasa de precizie și jocul		8JCSTAS6450-61
Unghiul între axe		90°
Semiunghiul conului de divizare		68°12'
Roata conjugată	Numarul de dinți	12
	Numărul desenului	BL 544

Fig. 17.6

— *După tipul de roți dințate din care este compus angrenajul,* în :
— angrenaje cu roți cilindrice :
  — angrenaje cu axe paralele :
    — angrenaje cilindrice cu dinți drepți (v. fig. 17.7 și fig. 17.8);
    — angrenaje cilindrice cu dinți înclinați ;
    — angrenaje cilindrice cu dinți curbi (v. fig. 17.10) ;
  — angrenaje cu axe neparalele :
    — angrenaje elicoidale (v. fig. 17.9) ;
    — angrenaje melcate (v. fig. 17.12) ;
    — angrenaje cu roți conice (v. fig. 17.13 și 17.14) ;
    — angrenaje cu axe concurente ;
    — angrenaje cu axe neparalele și neconcurente ;
    — angrenaje hipoide (v. fig. 7.14) ;
    — cu cremalieră (v. fig. 17.11).
— *După poziția danturii pe roțile componente,* în :
  — angrenaje exterioare (v. fig. 17.7 și fig. 17.14) ;
  — angrenaje interioare (v. fig. 17.8).
— *După forma dinților,* în :
  — angrenaje cu dinți drepți (v. fig. 17.7) ;

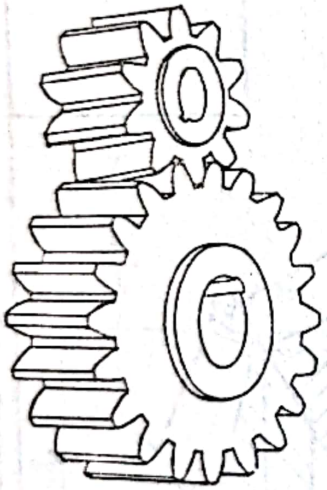


Fig. 17.7

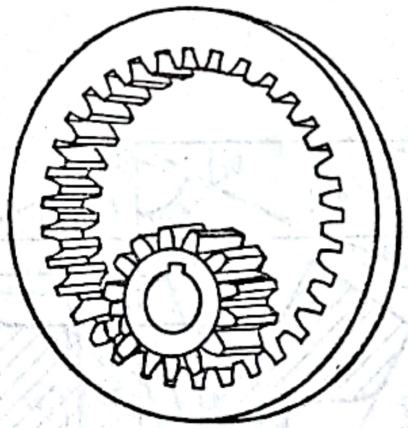


Fig. 17.8

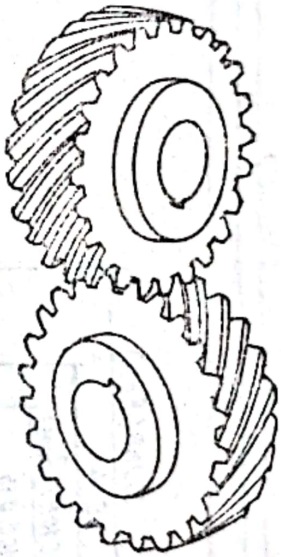


Fig. 17.9

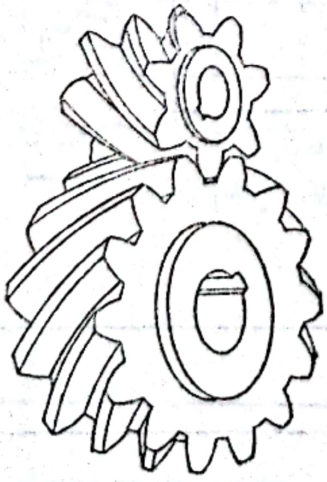


Fig. 17.10

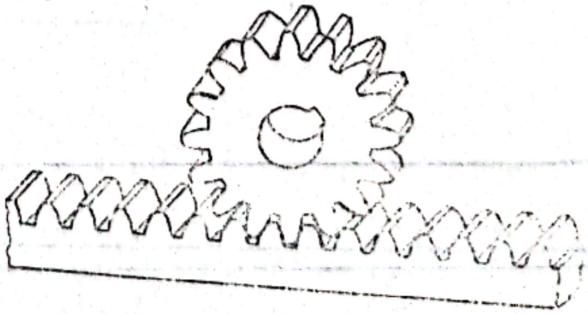


Fig. 17.11

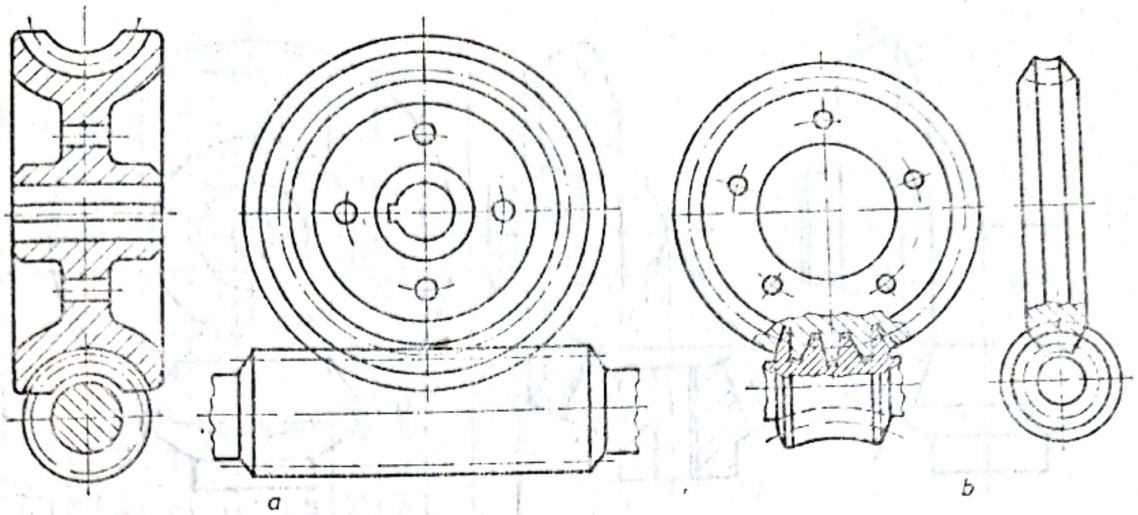


Fig. 17.12

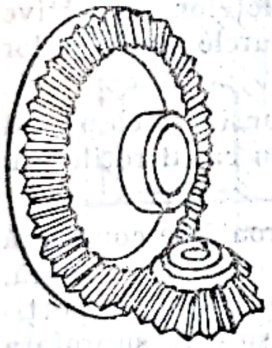


Fig. 17.13

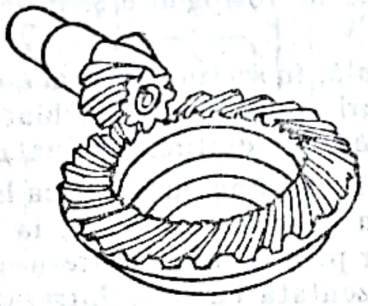


Fig. 17.14

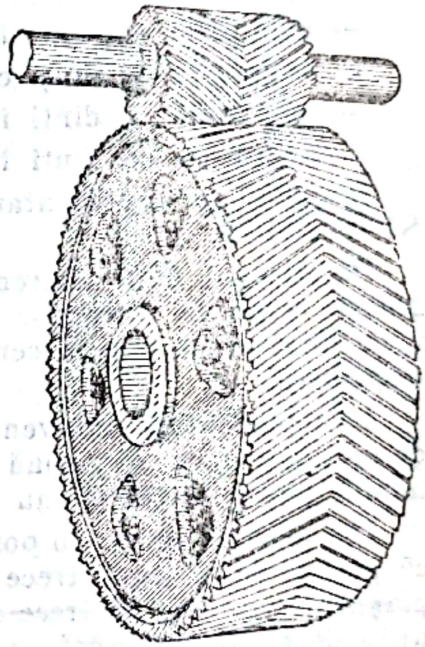


Fig. 17.15

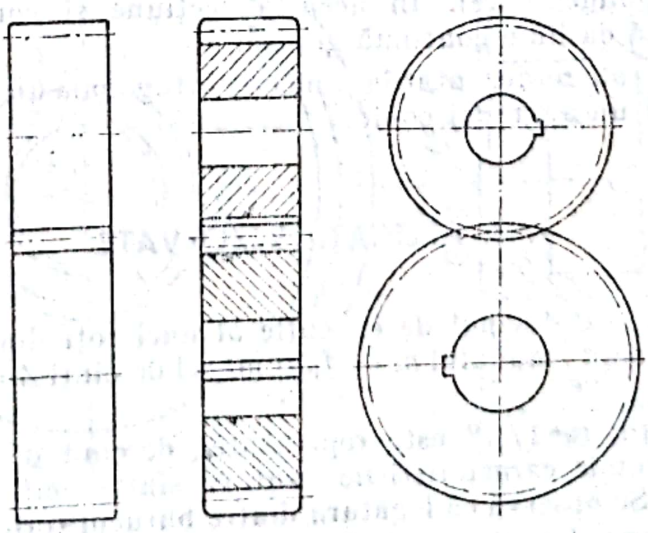


Fig. 17.16

Scanned with OKEN Scanner

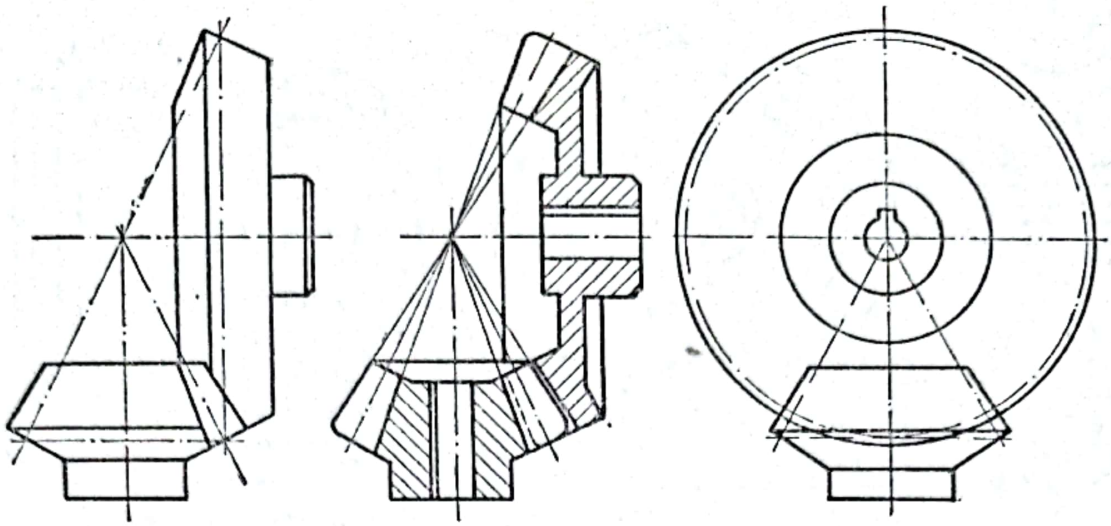


Fig. 17.17

— angrenaje cu dinţi înclinaţi (v. fig. 17.9) ;
— angrenaje cu dinţi curbi (v. fig. 17.10) ;
— angrenaje cu dinţi în V (v. fig. 17.15) ;
— angrenaje cu dinţi în Z.

Regulile de reprezentare în desen a angrenajelor sînt stabilite de STAS 734-75.

Pe desenul unui angrenaj se reprezintă convenţional cu linie continuă groasă cercurile vîrfurilor dinţilor şi generatoarele suprafeţelor respective şi cu linie-punct subţire cercurile de rostogolire şi generatoarele suprafeţelor respective.

La reprezentarea convenţională, în secţiunea axială, se consideră că planul de secţiune trece prin două goluri opuse ale roţii (chiar şi în cazul roţilor cu număr impar de dinţi sau cu traseul dinţilor înclinat).

Din această cauză, în porţiunea de angrenare, dacă la o roată se consideră că planul de secţiune trece prin golul dintre dinţi, la cea de-a doua roată, planul de secţiune va trece chiar prin dinte şi apare necesitatea, ca, în porţiunea de angrenare, să fie reprezentată cu linie întreruptă subţire suprafaţa vîrfurilor dinţilor roţii conduse (considerîndu-se că este acoperită de suprafaţa vîrfurilor roţii conducătoare). În această secţiune şi conturul picioarelor dinţilor se trasează cu linie continuă groasă.

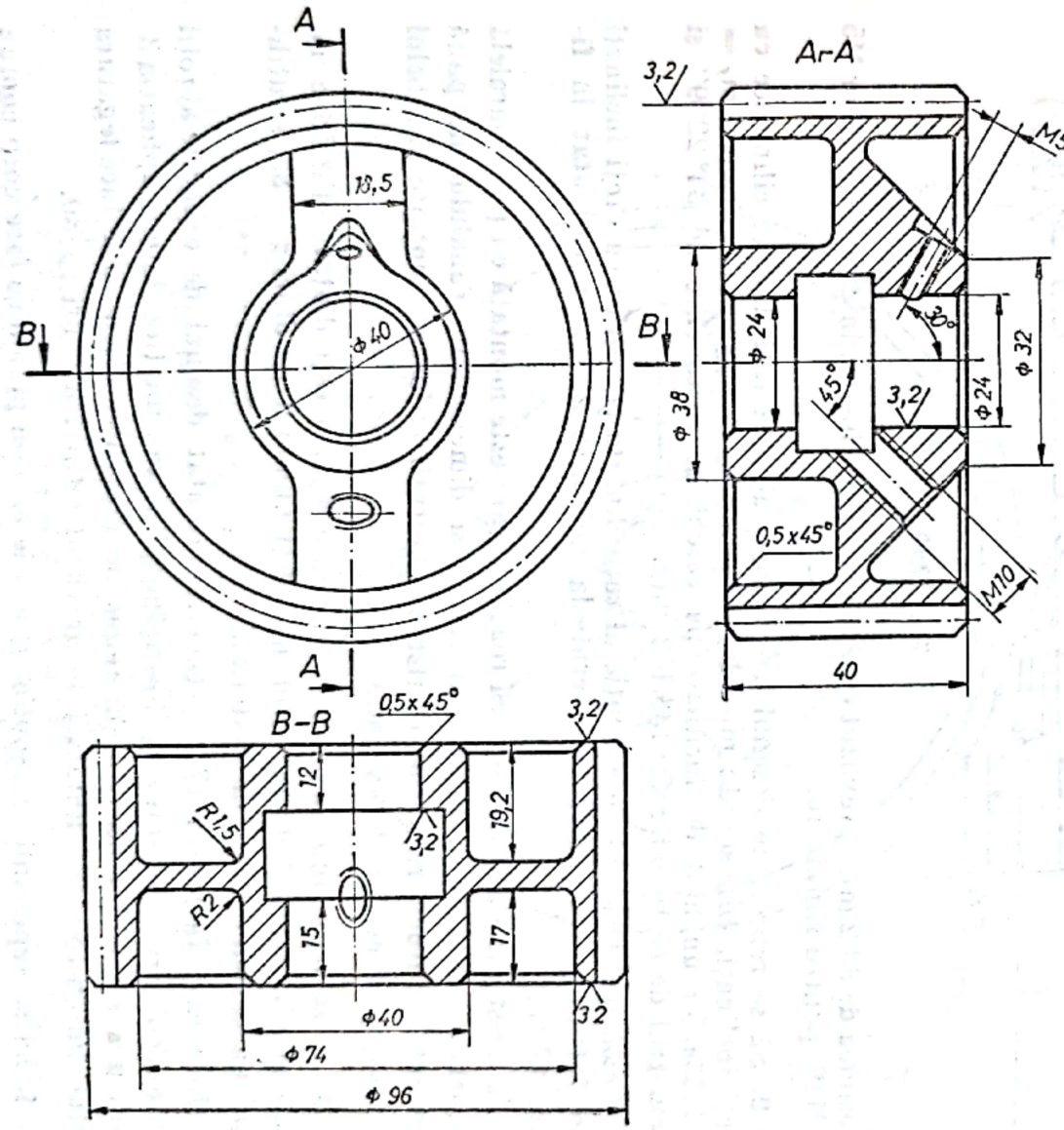
În figura 17.16 este reprezentat în proiecţie ortogonală un angrenaj cilindric, iar în figura 17.17 un angrenaj conic.

17.3. APLICAŢII REZOLVATE

1. Să se reprezinte desenul de execuţie al unei roţi dinţate cilindrice cu dinţi drepţi, cunoscînd : modulul $m = 4$, numărul de dinţi $Z = 38$, şi diametrul de rostogolire $D_r = 86$.

Rezolvare. În figura 17.18 este reprezentat desenul de execuţie al roţii dinţate cilindrice unde caracteristicile danturii sînt specificate în tabelul ce însoţeşte desenul. Se observă că legătura dintre butucul roţii ∅ 40 cu coroana dinţată al cărui diametru exterior este ∅ 96 este realizată printr-un disc cu

Scanned with OKEN Scanner

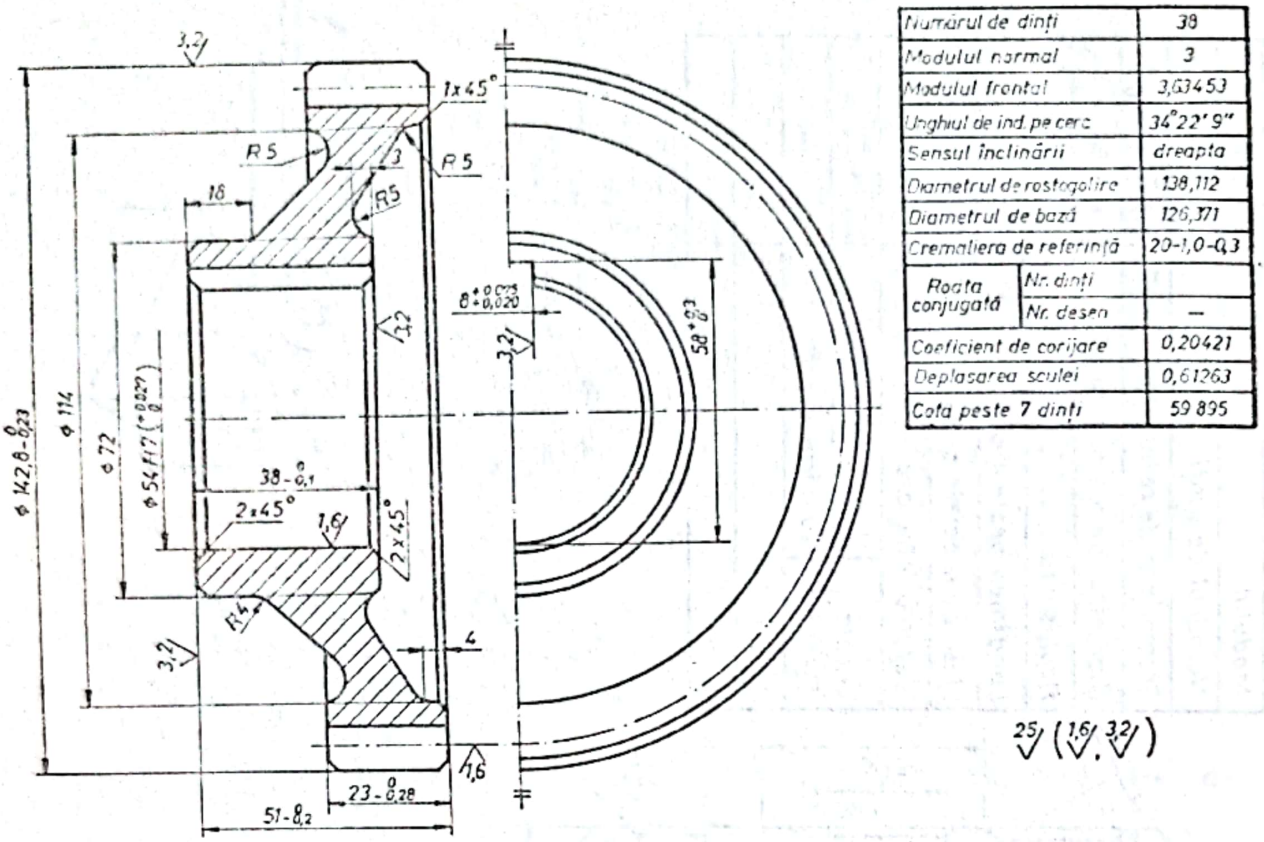


Modulul		4
Numărul de dinți		38
Cremaliera de referință		20°-1-25 STAS 821-63
Diametrul de rostogolire		86
Deplasarea specifică		0,235
Lungimea peste 5 dinți		$79{,}263-^{0}_{0{,}217}$
Clasa de precizie si jocul		7-JC STAS6273-60
Distanța între axe		127
Roata conjugată	Numărul de dinți	25
	Numărul desenului	—

25 (3,2)

Fig. 17.18

Scanned with OKEN Scanner



Numărul de dinți		38
Modulul normal		3
Modulul frontal		3,63453
Unghiul de înd. pe cerc		34°22'9"
Sensul înclinării		dreapta
Diametrul de rostogolire		138,112
Diametrul de bază		126,371
Cremaliera de referință		20-1,0-0,3
Roata conjugată	Nr. dinți	
	Nr. desen	—
Coeficient de corijare		0,20421
Deplasarea sculei		0,61263
Cota peste 7 dinți		59,895

Fig. 17.19

grosimea de 38,2 mm, prevăzut cu două bosaje înclinate, în dreptul găurilor M5 și M10, pentru rigidizare.

2. Să se reprezinte desenul de execuție al unei roți dințate cilindrice cu dinți înclinați, cunoscînd : modulul normal $m_n = 3$; modulul frontal $m_f = 3{,}63453$; unghiul de înclinare pe cercul de rostogolire de 34° 22' 9'' și diametrul de rostogolire ∅ 138,112 mm.

Rezolvare. Desenul de execuție al roții dințate cilindrice cu dinți înclinați care întrunește caracteristicile cerute la aplicația 2 este reprezentat în figura 17.19.

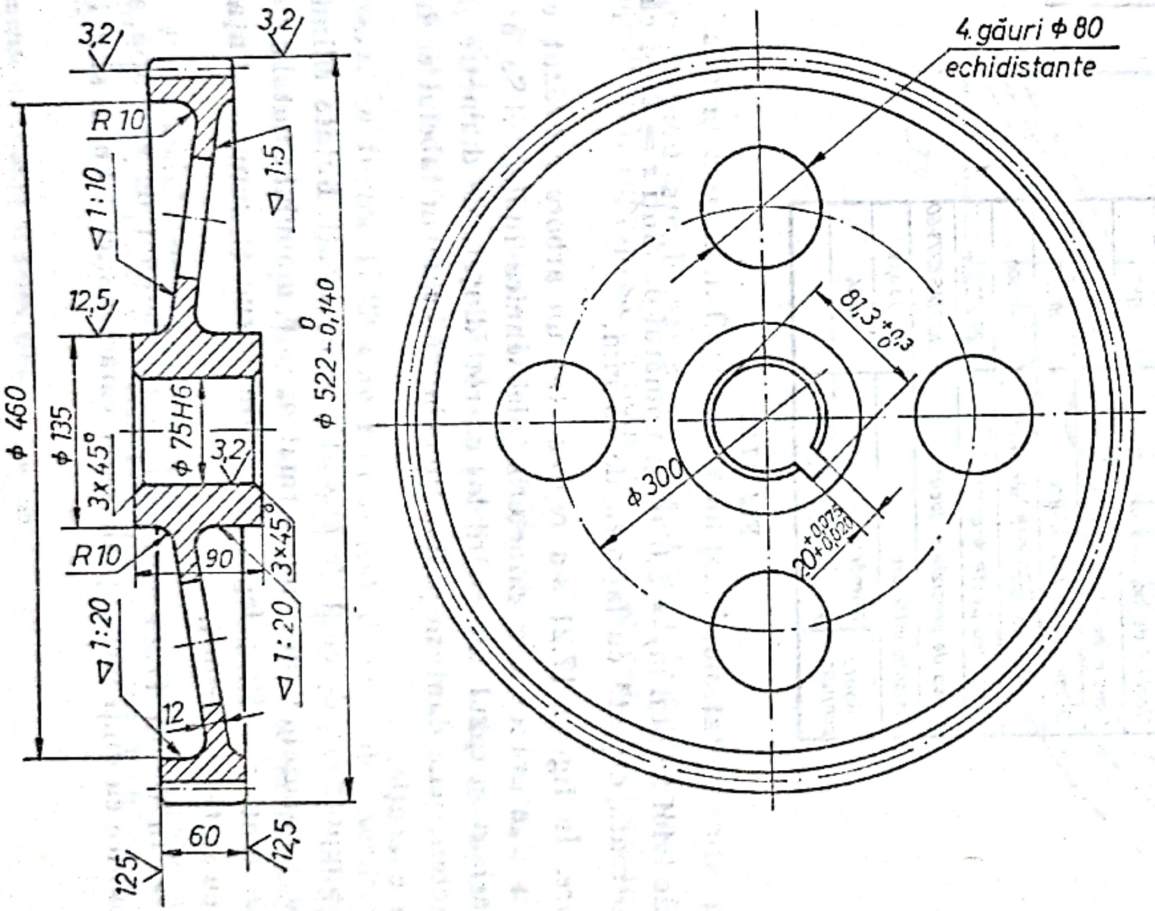
În acest caz s-a considerat că roata dințată este montată cu pană paralelă pe arbore, deci s-au reprezentat forma și dimensiunile canalului de pană existent în butucul roții. Caracteristicile danturii au fost evidențiate în tabelul ce însoțește desenul de execuție.

3. Să se reprezinte desenul de execuție al unei roți dințate cilindrice cu dinți drepți, cunoscînd : modulul $m = 6$ și numărul de dinți $z = 85$, și utilizînd un consum redus de material.

Rezolvare. În figura 17.20 este reprezentat desenul de execuție al roții dințate cilindrice cu dinți drepți care îndeplinește condițiile date la aplicația 3. Pentru a se realiza un consum redus de material, discul care face legătura butucului cu coroana dințată este prevăzut cu patru găuri ∅ 80.

4. Să se reprezinte desenul de execuție al unui pinion ce face corp comun cu axul, cunoscînd că : dantura este cilindrică înclinată cu modulul normal

Scanned with OKEN Scanner

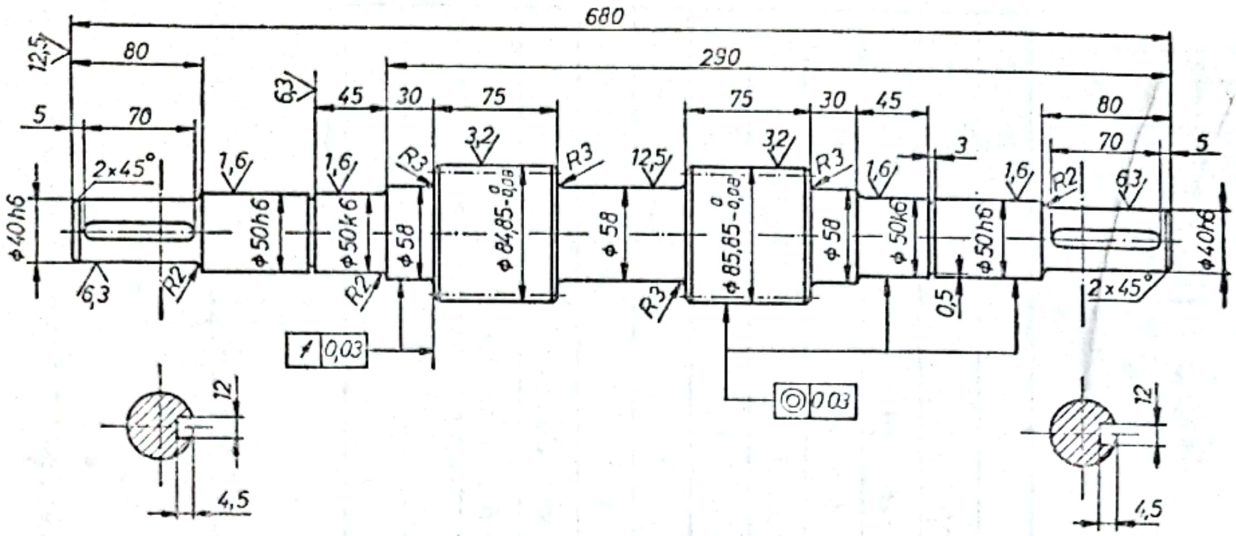


Modulul		6
Numărul de dinți		85
Cremaliera de referință		20°-1-0,25 STAS 821-63
Diametrul de rostogolire		510
Deplasarea specifică		+ 0,07
Lungimea de peste 4 dinți		58,24
Clasa de precizie si jocul		7-JC STAS 6273-60
Distanța între axe		300 ± 0,12
Roata conjugată	Numărul de dinți	
	Numărul desenului	

25 (12,5, 3,2)

Fig. 17.20

Scanned with OKEN Scanner



Modulul normal		3
Modulul frontal		3,0303
Numărul de dinți		26
Cremaliera de referință		20°-1-0,25 STAS 827-63
Unghiul de înclinare de divizare		15"
Sensul înclinării dintelui		dreapta
Diametrul de rostogolire		80,37
Deplasarea specifică normală		+0,500
Lungimea peste 4 dinți		$29,47^{-0,1}_{-0,22}$
Clasa de precizie și jocul		6-JC STAS 6273-60
Distanța între axe		150 ± 0,09
Roata conjugată	Numărul de dinți	284
	Numărul desenului	

Fig. 17.21

$m_n = 3$; modulul frontal $m_f = 3{,}0303$ şi numărul de dinţi $z = 26$ şi că angrenează cu o roată dinţată cu lăţimea de 75 mm.

Rezolvare. În figura 17.21 s-a reprezentat un arbore prevăzut cu două porţiuni cu dantură ce are caracteristicile tehnice indicate. Se utilizează asemenea arbori în cazul angrenării lor cu roţi dinţate de diametre şi lăţimi mari. Caracteristicile danturii pinionului sînt indicate în tabelul ce însoţeşte desenul de execuţie.

5. Să se reprezinte desenul de execuţie al unei roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi, cunoscînd : modulul normal $m_n = 6$, modulul frontal $m_f = 6{,}06$, numărul de dinţi $z = 128$; legătura dintre butuc şi coroana dinţată este prevăzută cu spiţe cu nervuri.

Rezolvare. În figura 17.22 este reprezentat desenul de execuţie al roţii dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi ale cărei caracteristici tehnice sînt indicate

Scanned with OKEN Scanner

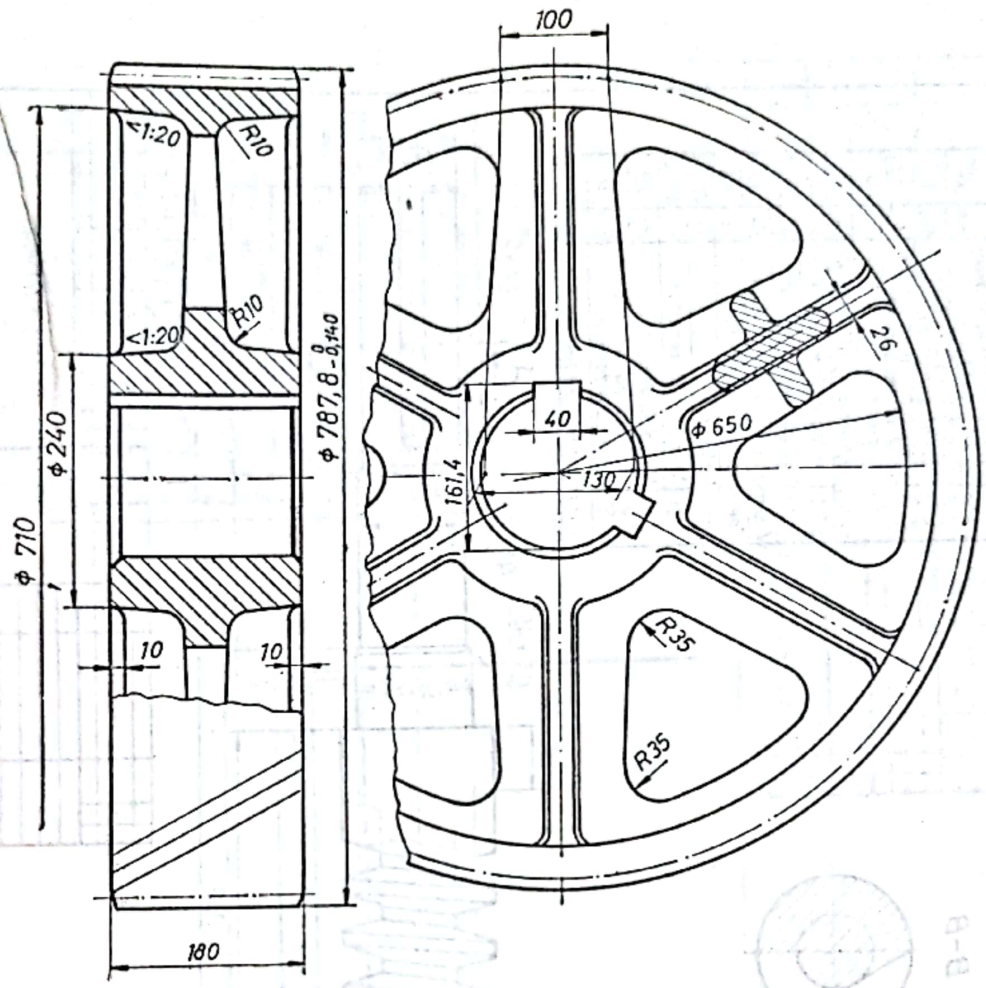


Fig. 17.22

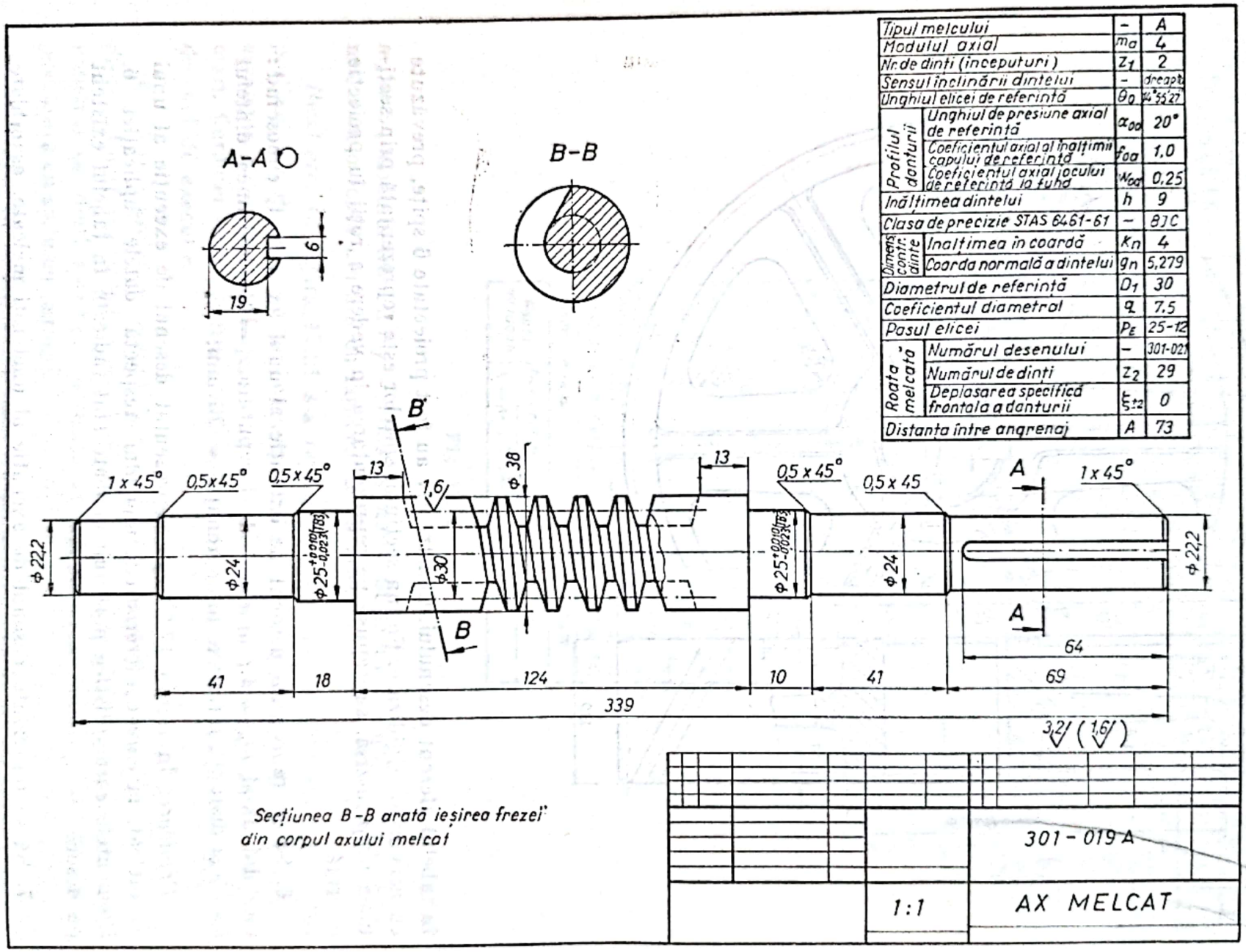
în tabelul aferent desenului. Constructiv au fost proiectate 6 spițe, prevăzute cu nervuri de rigidizare. Forma secțiunii spițelor este reprezentată prin secțiunea propriu-zisă, suprapusă pe reprezentarea în vedere a roții în proiecție laterală.

6. Să se reprezinte desenul de execuție al unui ax melcat, cunoscînd: modulul axial $m_a = 4$; numărul de începuturi $z_1 = 2$; înălțimea dintelui $h = 9$ și distanța între axe în angrenaj $A = 73$ mm.

Rezolvare. În figura 17.23 este reprezentat desenul de execuție al unui ax melcat, la care caracteristicile melcului respectă datele aplicației 6. Elementele caracteristice porțiunii melcate sînt indicate în tabelul existent pe desen.

7. Să se reprezinte desenul de execuție al unei roți melcate, asamblate prin sudură pe un ax, știind că roata melcată angrenează cu melcul din figura 17.23.

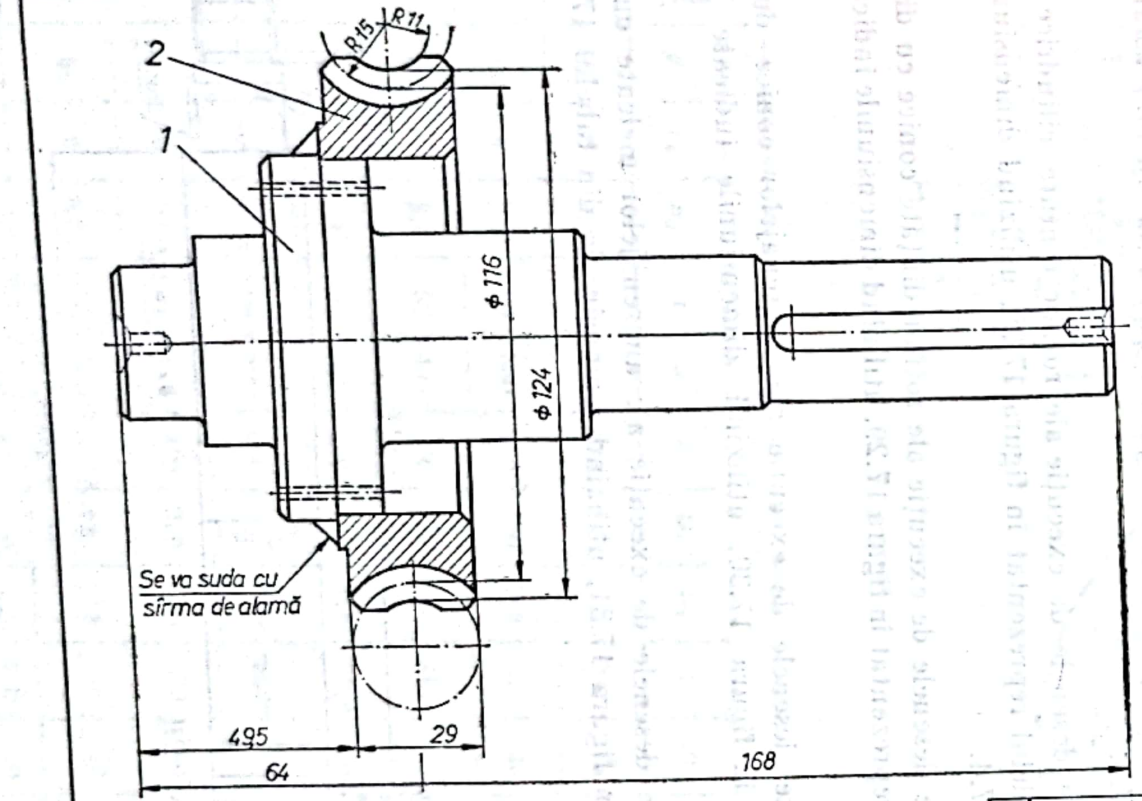
Scanned with OKEN Scanner



Tipul melcului		–	A
Modulul axial		m_a	4
Nr. de dinți (începuturi)		z_1	2
Sensul înclinării dintelui		–	dreapta
Unghiul elicei de referință		θ_0	11°55'27"
Profilul danturii	Unghiul de presiune axial de referință	α_{0a}	20°
	Coeficientul axial al înălțimii capului de referință	f_{0a}	1,0
	Coeficientul axial jocului de referință la fund	ν_{0a}	0,25
Înălțimea dintelui		h	9
Clasa de precizie STAS 6461-61		–	8 J C
Dimens. contr. dinte	Înălțimea în coardă	k_n	4
	Coarda normală a dintelui	g_n	5,279
Diametrul de referință		D_1	30
Coeficientul diametral		q	7,5
Pasul elicei		P_E	25-12
Roata melcată	Numărul desenului	–	301-021
	Numărul de dinți	z_2	29
	Deplasarea specifică frontală a danturii	$\xi_{\pm 2}$	0
Distanța între angrenaj		A	73

Fig. 17.23

Scanned with OKEN Scanner



Modulul frontal		m_f	4
Numărul de dinți		Z_2	29
Sensul înclinării dintelui		–	dreapta
Deplasarea specif. frontală a danturii		ξ_{s2}	0
Clasa de precizie a roții melcate conform STAS 6461-61		–	3 J C
Elementele geometrice ale melcului de referință	Tipul melcului	–	A
	Nr. de dinți (începuturi)	Z_1	3
	Unghiul elicei de referință	β_0	14°55'27"
	Coeficientul diametral	q	7.5
	Unghiul de presiune axial de referință	α_{0a}	20°
	Coeficientul axial al înălțimii capului de referință	f_{0a}	1,00
	Coeficientul axial al jocului de referință la fund	w_{0a}	0,25
Diametrul de divizare convențional (în planul median)		D_2	116
Nr. desenului melcului conjugat		–	301-019
Înălțimea melcului arcului conjugat		h	9
Pasul elicei melcului conjugat		P_E	25.12
Distanța dintre axe în angrenaj		A	73

Poz	Denumirea	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observații	Masa netă
2	Coroană dințată elicoid.	313-483	1	Bz 14 T		
1	Ax	MS 401-0,75	1	OL 50		

MS 301-021 A

1:1

ROATA MELCATA

Banda transportoare 12 CPS

Fig. 17.24

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare. În figura 17.24 se reprezintă desenul de ansamblu al coroanei melcate asamblate prin sudură pe axul condus. Caracteristicile danturii sînt indicate în tabelul aferent desenului.

17.4. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Cunoscînd desenul de execuție al pinionului conic cu dinți drepți din figura 17.25, să se completeze tabelul caracteristicilor tehnice ale danturii, știind că: modulul $m = 7$, numărul de dinți $z = 16$ și înălțimea dintelui $h = 15{,}316$. De asemenea, să se completeze abaterile de formă și de poziție necesare.

2. Să se reprezinte desenele de execuție ale roților melcate după modelul reprezentat în figura 17.26, utilizînd dimensiunile date în tabelul 17.2.

3. Să se reprezinte desenele de execuție ale angrenajelor cilindrice cu dinți drepți după modelul reprezentat în figura 17.27, utilizînd dimensiunile indicate în tabelul 17.3.

4. Să se reprezinte desenele de execuție ale roților dințate cilindrice cu dinți drepți după modelul reprezentat în figura 17.28, utilizînd dimensiunile indicate în tabelul 17.4.

5. Să se reprezinte desenele de execuție ale roților dințate conice cu dinți drepți, după modelul reprezentat în figura 17.29, utilizînd dimensiunile indicate în tabelul 17.5.

6. Să se reprezinte desenele de execuție ale angrenajelor conice după modelul reprezentat în figura 17.30, utilizînd dimensiunile indicate în tabelul 17.6.

7. Să se reprezinte desenele de execuție ale angrenajelor melcate după modelul reprezentat în figura 17.31, utilizînd dimensiunile din tabelul 17.7.

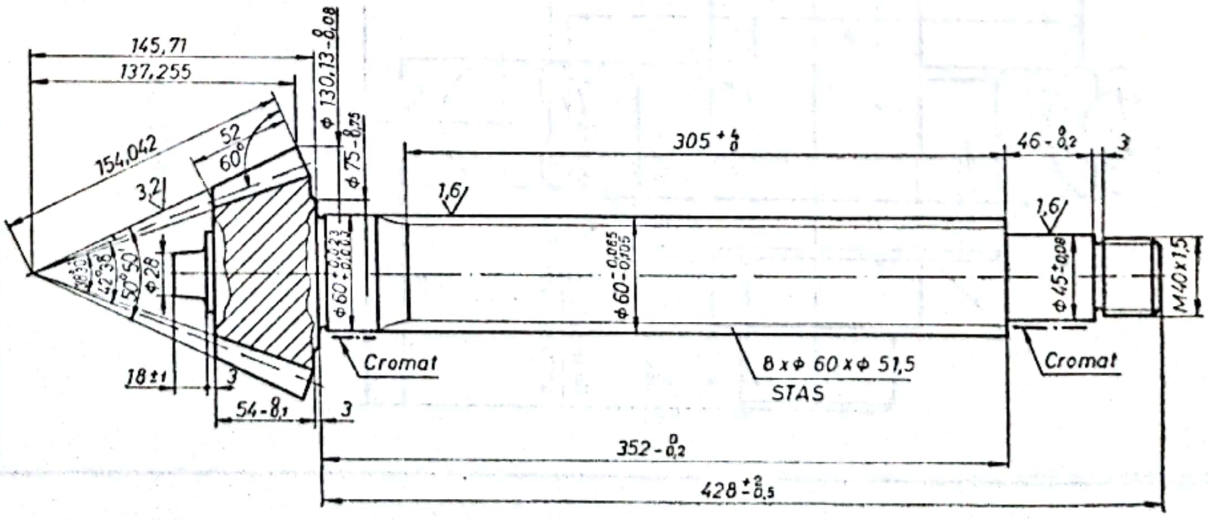


Fig. 17.25

Scanned with OKEN Scanner

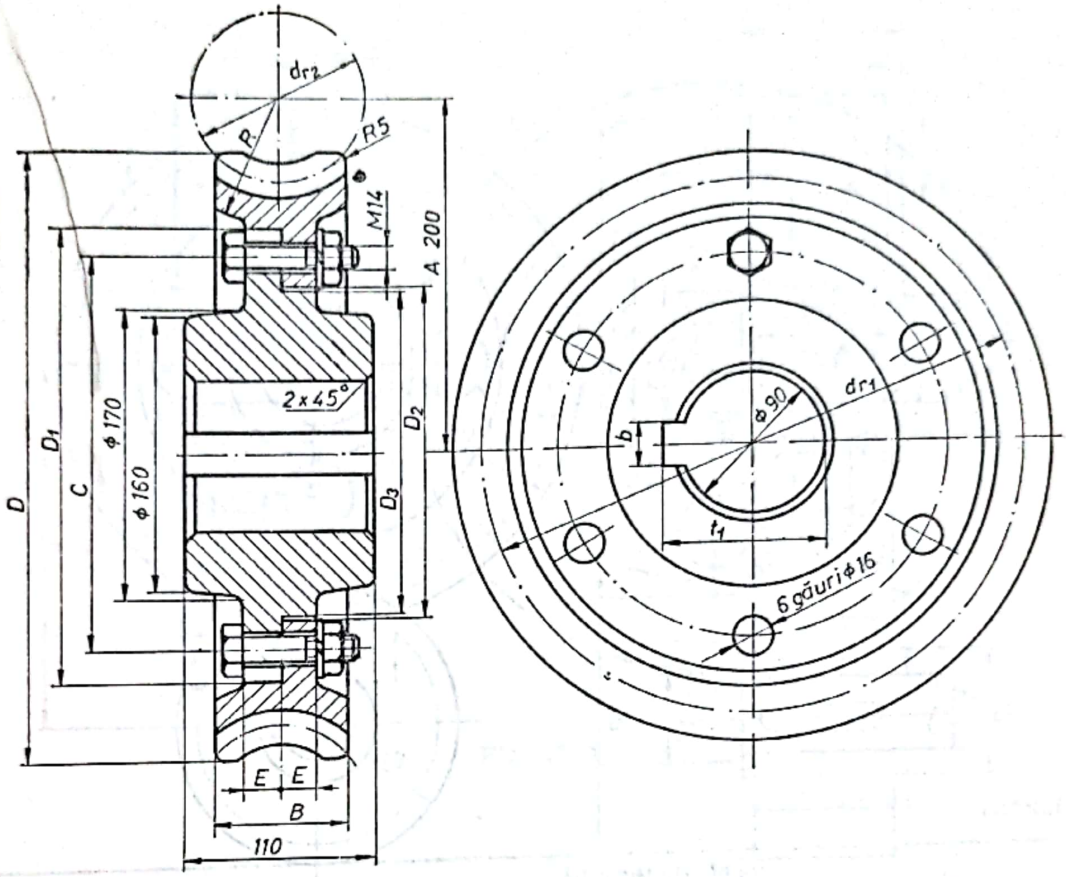


Fig. 17.26

Tabelul 17.2

Numărul aplicației	Dimensiuni, în mm										
	Z	m_n	m_f	B	D	D_1	D_2	D_3	C	R	E
1	40	8	8,4	80	360	270	190	188	230	74	20
2	42	8	8,4	70	380	270	190	188	230	63	20
3	45	8	8,4	52	405	300	220	218	260	52	20
4	48	7	7,35	62	380	280	200	198	240	63	20
5	50	7	7,35	60	400	300	220	218	260	57	18
6	53	7	7,35	46	418	310	230	228	270	45	18
7	56	6	6,3	60	385	300	220	218	260	62	18
8	60	6	6,3	52	410	310	230	225	270	50	18

$d_{r_1} = m_f \cdot Z$
$d_{r_2} = 2A - d_{r_1}$

Scanned with OKEN Scanner

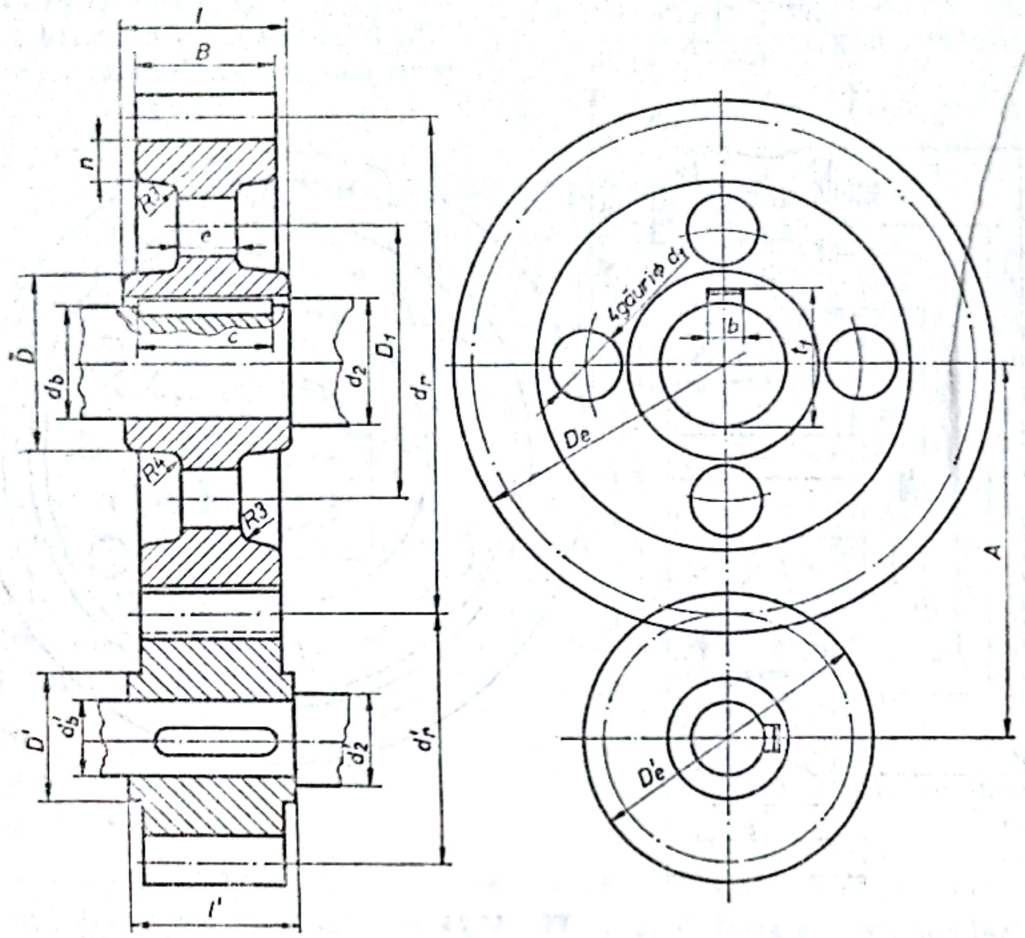


Fig. 17.27

Tabelul 17.3

Numărul aplicație	Dimensiuni, în mm						
	m	Z	Z'	d_b	d'_b	D	d_1
1	4	26	13	20	16	60	12
2	4,5	32	16	23	20	80	20
3	4	24	12	22	18	56	8
4	5	42	14	32	20	120	30
5	5,5	28	14	25	22	84	20
6	4	40	20	24	20	96	24
7	4	26	13	22	18	62	10
8	3	36	12	20	15	68	15

Constructiv:

$B = (6...8)m$

$c = \frac{1}{3} B$

$n = (1,5...2,25)m$

$D = (1,6...1,8)d_b$

$D' = (1,6...1,8)d'_b$

$d_2 = 1,2d_b$

$d'_2 = 1,2d'_b$

$l = 1,7d_b$

$l' = 1,7d'_b$

Scanned with OKEN Scanner

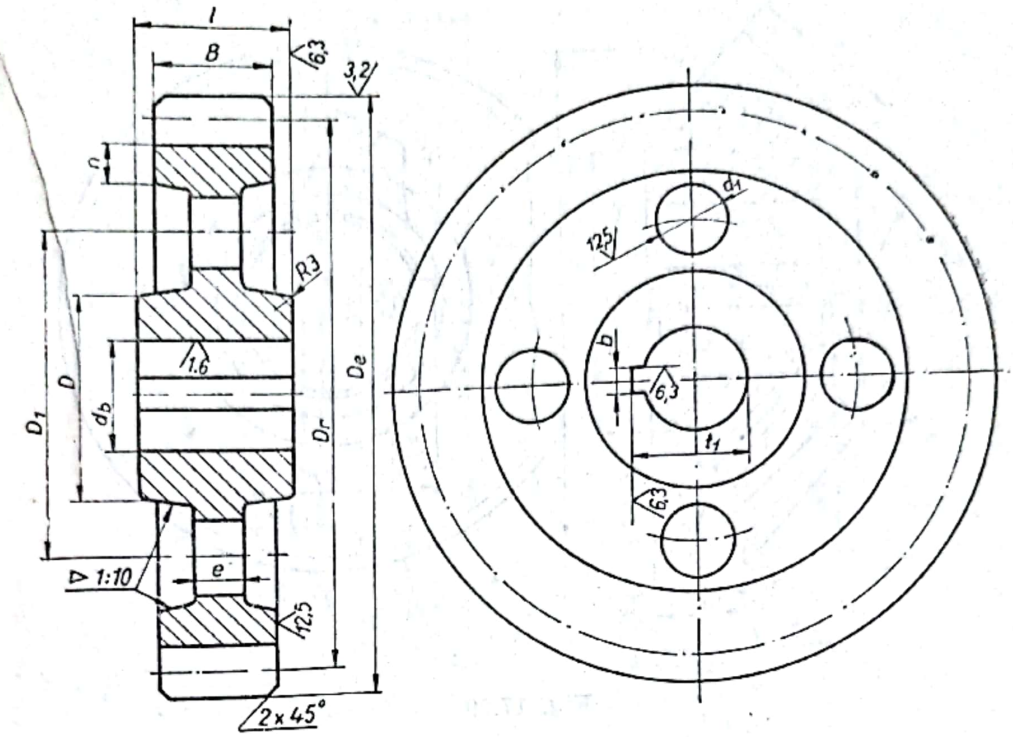


Fig. 17.28

Tabelul 17.4

Parametri	Dimensiuni, în mm									
	Numărul aplicație									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m	3	4	4	5,5	5	4	4,5	4	5	4
z	36	26	40	28	42	24	32	28	40	25
d_b	20	22	24	30	32	22	25	22	30	22
D_1	64	64	90	85	120	56	80	60	112	52
d_1	14	12	24	18	30	8	18	12	28	10

Constructiv: $n = (1,5...2,25)m$; b și t_1 — conform STAS 1004-71

$D = (1,6...1,8)d_b$

$B = (6...8)m$

$l = 1,7d_b$

$e = \frac{1}{3}B$

Scanned with OKEN Scanner

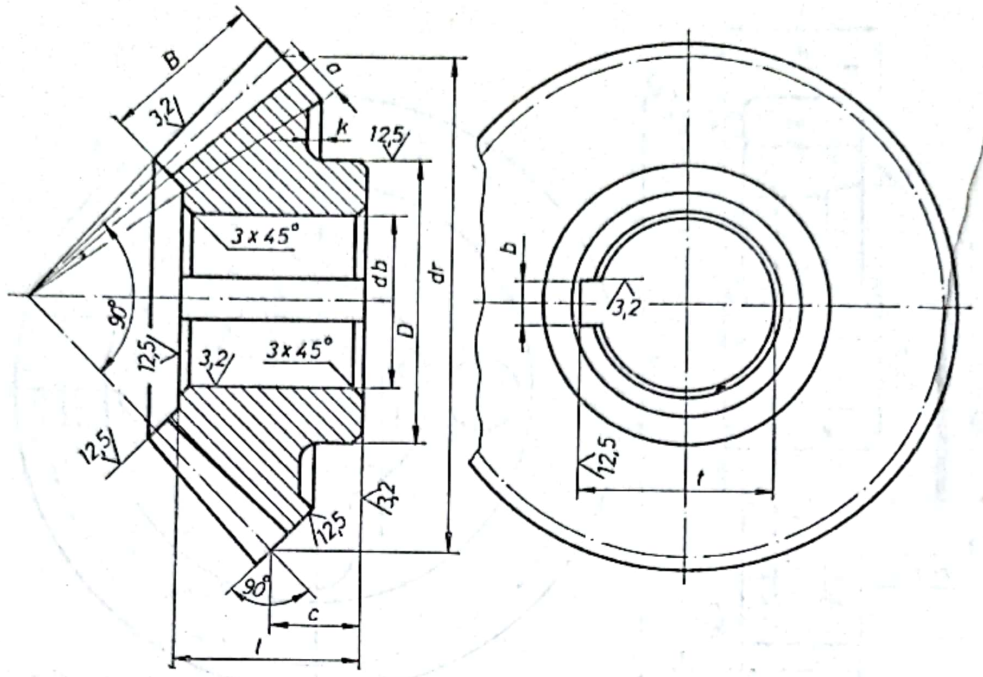


Fig. 17.29

Tabelul 17.5

Numărul aplicației	Dimensiuni, în mm								
	m	*Z*	*K*	d_b	*D*	*c*	*l*	*B*	*a*
1	8	22	8	60	100	32	70	60	16
2	8	25	8	70	115	35	75	65	16
3	10	22	8	80	130	40	80	70	16
4	10	24	8	90	150	45	90	75	18
5	12	22	10	100	165	58	100	80	20
6	12	24	18	110	175	61	110	90	22
7	14	23	18	120	200	64	115	100	24
8	14	25	20	130	215	65	120	110	26
9	16	25	25	140	240	75	135	120	28
10	18	25	25	160	270	90	155	130	30
11	20	25	30	170	300	100	180	140	32

Observații. Dimensiunile b și l_1 se vor lua din STAS 1004-71.

Scanned with OKEN Scanner

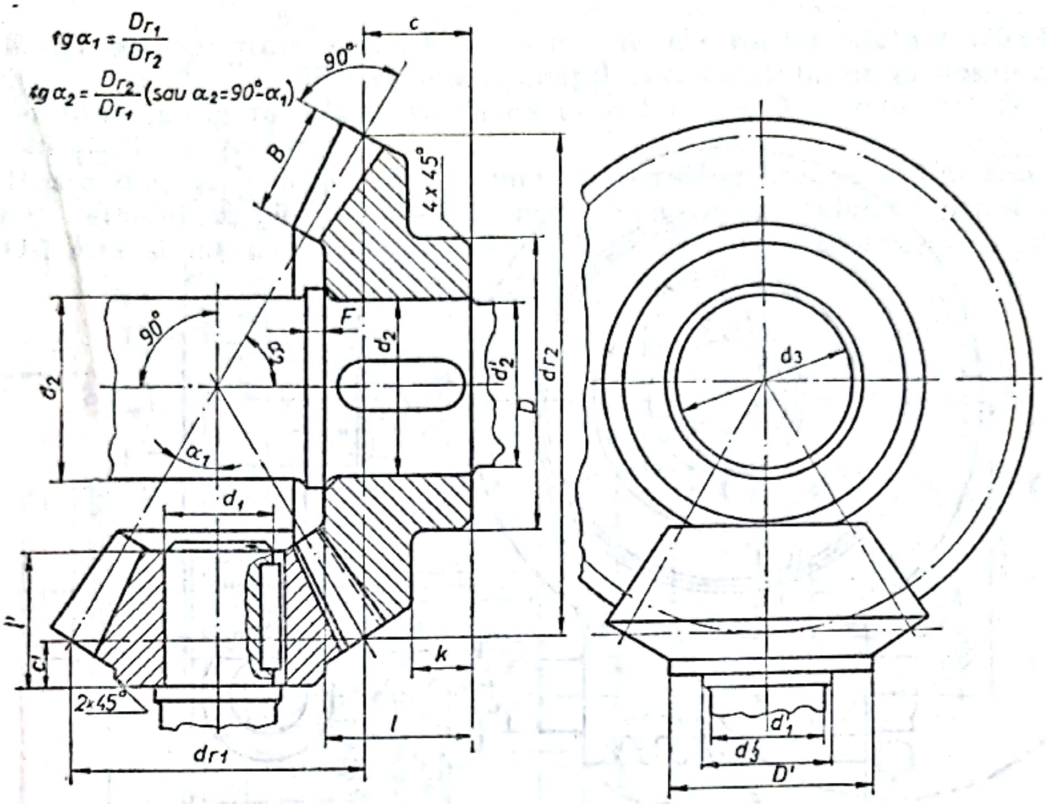


Fig. 17.30

Tabelul 17.6

Numărul aplicației	Dimensiuni, în mm																		
	m	Z	Z'	d_2	d_1	B	C	K	L	L'	d_2'	d_2	d_3	F	D	d_1'	d_3'	D'	C'
1	10	24	14	90	52	60	90	55	100	70	86	94	98	8	160	54	58	100	24
2	8	25	16	70	42	46	83	70	103	60	66	72	78	8	124	44	48	80	30
3	10	22	16	60	48	56	75	55	97	74	56	64	68	8	100	50	54	90	38
4	12	22	12	88	52	54	120	85	134	80	84	92	96	8	160	54	58	90	36
5	12	24	14	80	50	56	105	76	120	80	76	84	88	8	145	54	58	100	45
6	8	22	18	60	40	40	75	60	90	60	56	64	60	6	100	44	48	92	35
7	8	26	20	68	60	48	85	84	102	86	64	72	76	8	112	64	68	110	55

Scanned with OKEN Scanner

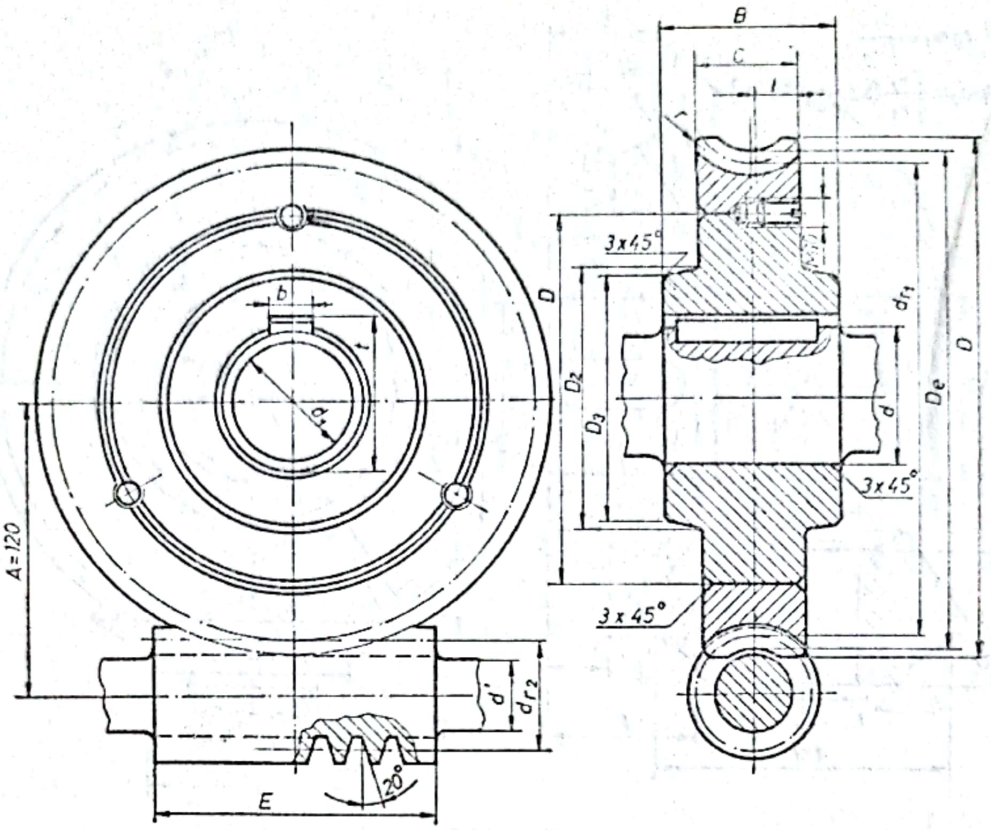


Fig. 17.31

Tabelul 17.7

Numărul aplicației	Dimensiuni, în mm														
	m_n	Z_2	m_f	C	B	a'	l	D	D_1	D_2	D_3	r	d_1	E	d'
1	5	40	5,35	34	70	55	20	223	170	105	100	3	50	135	22
2	4	48	4,22	40	70	55	20	216	164	105	100	2,5	50	120	26
3	4	50	4,28	34	70	55	20	223	170	105	100	2,5	50	125	23
4	4	50	4,03	38	70	55	20	215	162	105	100	2,5	50	125	28
5	5	36	5,08	40	70	55	20	206	145	105	100	3	50	120	44
6	4	48	4,06	40	70	55	20	215	160	105	100	2,5	50	120	35
7	4	53	4,03	34	70	55	20	233	170	105	100	2,5	50	125	18

1) $d_{f_2}=m_f \cdot z_2$
2) $d_{f_2}=2A-d_{f_1}$

Scanned with OKEN Scanner

8. Să se reprezinte desenele de execuţie ale roţilor dinţate cilindrice, poziţiile *1* şi *2* — ce formează angrenajul cilindric interior al ansamblului reprezentat în figura 17.32, ştiind că modulul $m = 3$ şi numărul de dinţi $z = 40$.

Roata dinţată poziţia *1* are diametrul de rostogolire $D_r = 120$ mm, diametrul cercului de picior $D_e = 125$ mm, diametrul cercului vîrfurilor $D_t = 116$ mm şi lăţimea dintelui măsurată pe cercul de rostogolire egală cu

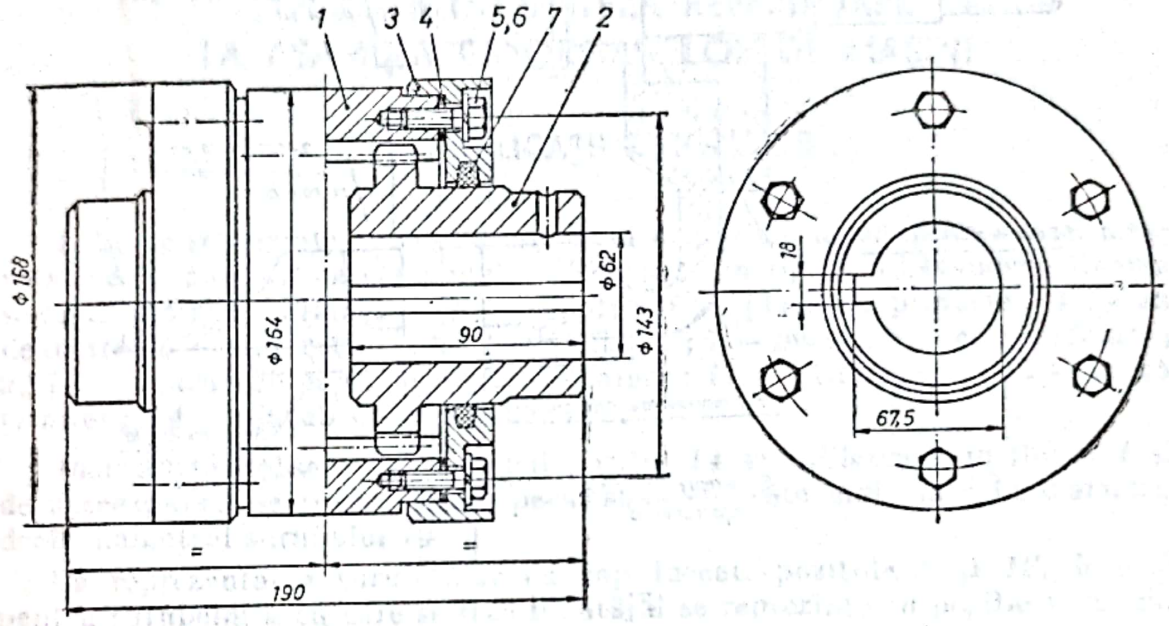


Fig. 17.32

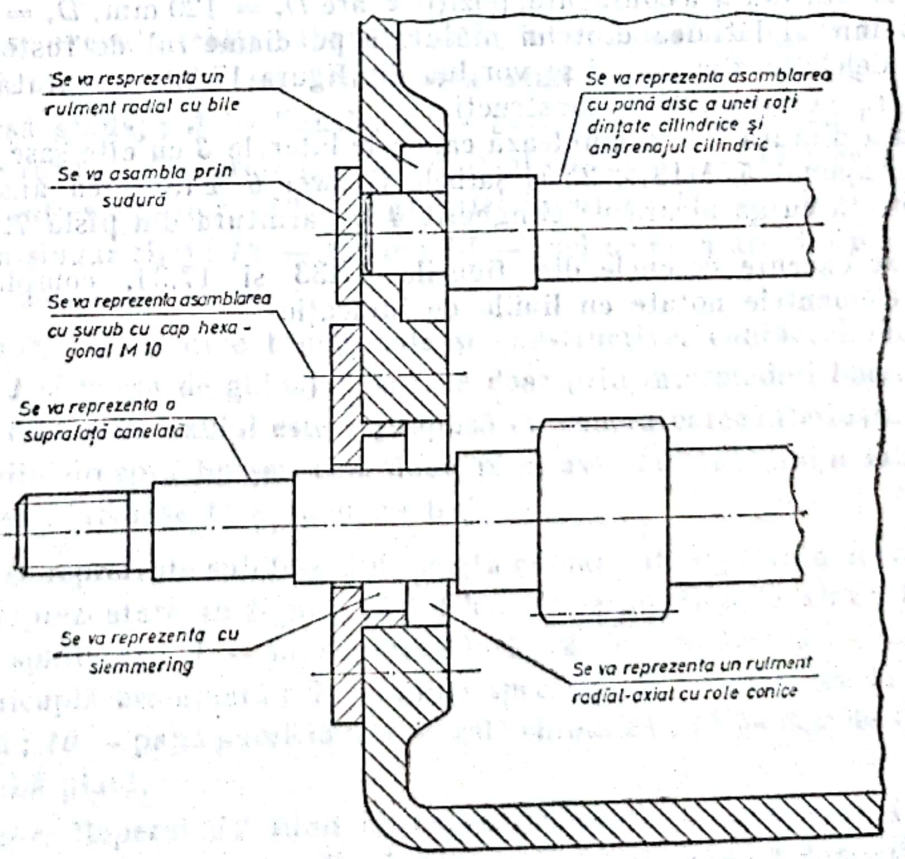


Fig. 17.33

Scanned with OKEN Scanner

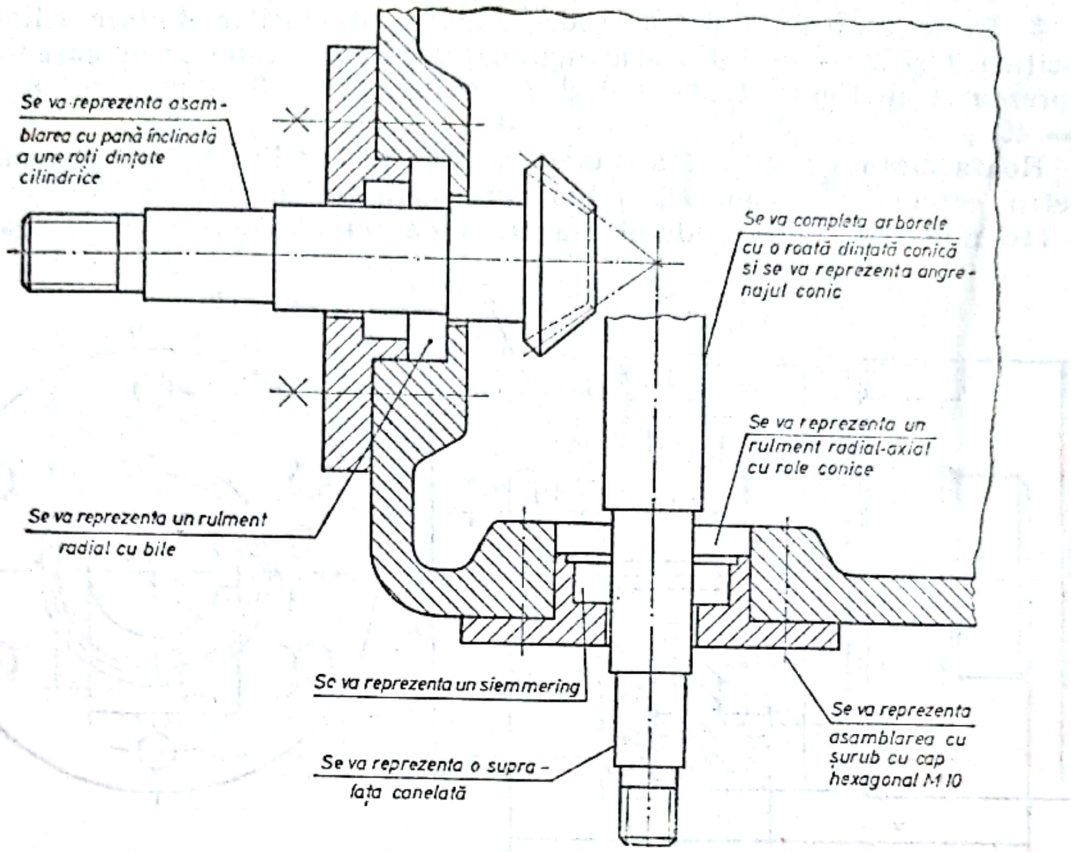


Fig. 17.34

$5{,}06^{-0{,}06}_{0}$. Roata dințată conjugată, poziția *2*, are $D_r = 120$ mm, $D_e = 124$ mm, $D_i = 115$ mm și lățimea dintelui măsurată pe diametrul de rostogolire de $4{,}36^{0}_{+0{,}06}$. Celelalte dimensiuni se vor lua din figura 17.32, executată la scara 1 : 2, sau se vor determina constructiv.

Pe roata dințată *1* se asamblează capacele laterale *3* cu cîte șase șuruburi cu cap hexagonal *5*, M18 × 25 și șaibele Grower *6*. Etanșarea ansamblului este asigurată cu garnitura de clingherit *4* și garnitura din pîslă *7*.

9. Să se execute desenele din figurile 17.33 și 17.34, completîndu-se cu toate elementele notate cu liniile de indicație.

Scanned with OKEN Scanner

18

APLICAȚII DE SINTEZĂ REFERITOARE LA ASAMBLAREA ORGANELOR DE MAȘINI

18.1. APLICAȚII REZOLVATE

1. Să se reprezinte subansamblul unui dispozitiv de zăvorîre a unei mese rotative, cunoscînd că elementele poziționate în figura 18.1 au următoarea semnificație : *1* — flanșă ; *2* — suport ; *3* — placă de prindere ; *4* — ax de fixare ; *5* — corp rotitor ; *6* — bucșă fixare ; *7* — bucșă ; *8* — corp de fixare ; *9*, *12* — șurub cu cap înecat ; *10* — mîner ; *11* — știft filetat ; *13* — șaibă Grower ; *14* — șurub cu cap hexagonal.

Indicații. Se observă că șurubul poziția *14* se înfiletează în flanșa *1* și de aceea gaura de trecere din reperul suport *2* este mai mare în diametru decît diametrul șurubului *14*.

La reprezentarea șuruburilor cu cap înecat, pozițiile *9* și *12*, locașul pentru șurubelnița cu care se face montajul se reprezintă în poziție verticală față de planul de secționare utilizat.

2. Să se execute schița subansamblului reprezentat în figura 18.2, la care elementele componente au următoarea semnificație : *1* — ax principal ; *2* — bucșă ghidaj ; *3* — flanșă ; *4* — bucșă ; *5* — șurub cu cap înecat ; *6* — corp rotitor ; *7* — rulment radial-axial cu role ; *8* — inel de siguranță ; *9* — distanțier exterior ; *10* — distanțier interior ; *11* — rulment radial cu bile pe un singur rînd ; *12* — capac ; *13* — inel de etanșare din pîslă ; *14* — mîner de acționare.

Indicație. Din motive funcționale și constructive, contactul dintre axul principal *1* și bucșa de ghidaj *2* se face doar prin intermediul bucșei *4* și de aceea generatoarea axului este suprapusă cu generatoarea interioară a bucșei. În zona din dreapta bucșei, cele două piese avînd dimensiuni nominale diferite, reprezentarea se face cu două linii.

3. Să se reprezinte sub formă de schiță cuplajul de siguranță al transmisiei cu lanț reprezentate în figura 18.3. Elementele poziționate sînt : *1* — ax ; *2* — cui spintecat ; *3* — piuliță crenelată ; *4* — arc-disc ; *5* — distanțier ; *6* — semicuplă asamblată ; *7* — șaibă specială ; *8* — roată de lanț ; *9* — semicuplă ; *10* — pană paralelă ; *11* — rolă cilindrică ; *12* — disc de fricțiune ; *13* — șaibă plată.

Indicație. Reperul *12* fiind executat din material nemetalic (ferodou), se haşurează în dublu sens. Presiunea dată de arcul *4* se exercită asupra

Scanned with OKEN Scanner

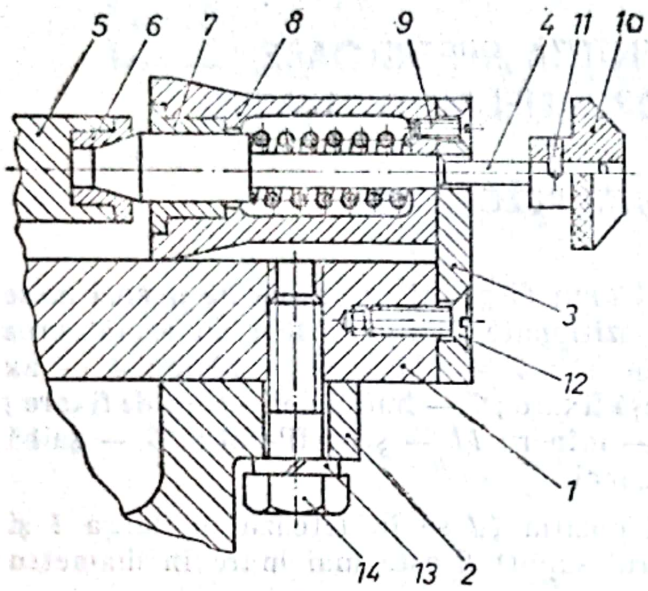


Fig. 18.1

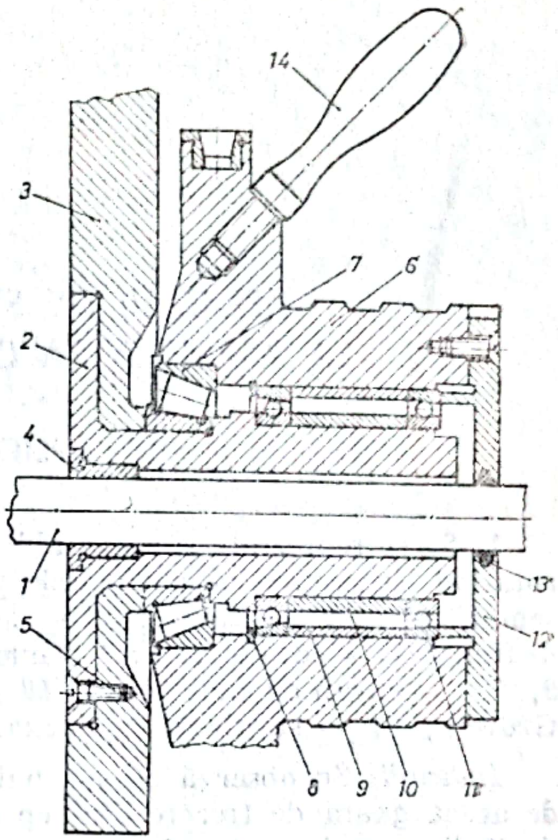


Fig. 18.2

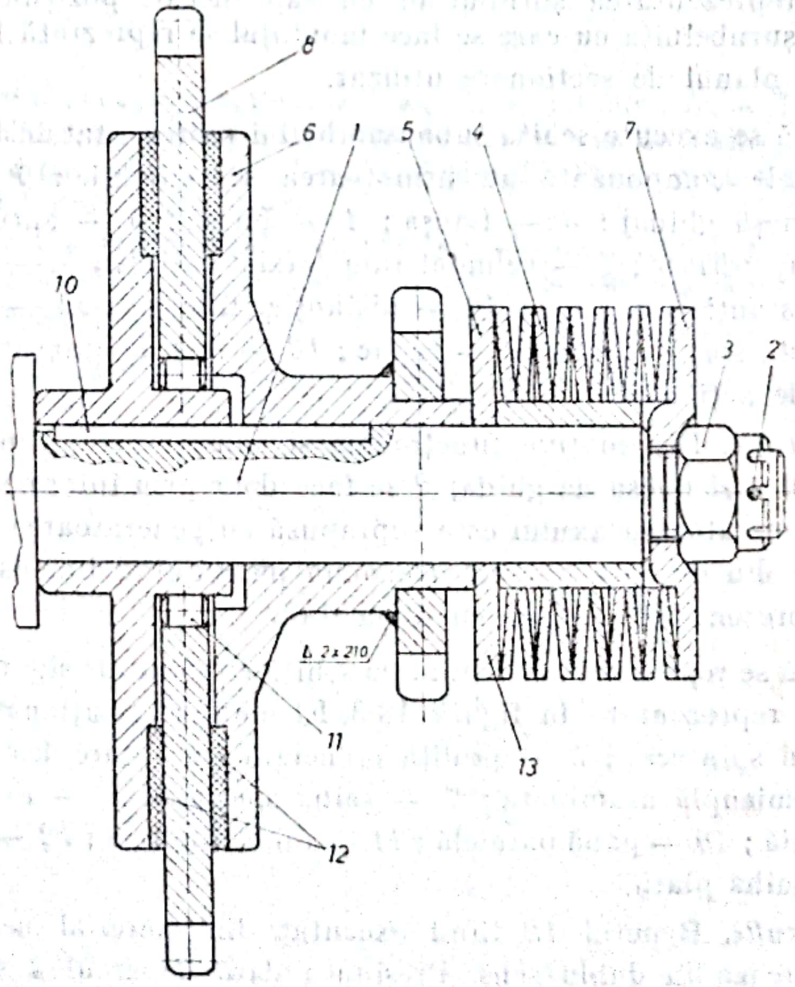


Fig. 18.3

Scanned with OKEN Scanner

suprafețelor aflate în contact dintre reperele *6* și *12* cu *8*, care sînt suprafețele de frecare și se reprezintă în zona respectivă cu muchiile suprapuse.

Roata de lanț aflată pe reperul *6* este montată prin sudură de colț.

18.2. APLICAȚII PROPUSE PENTRU REZOLVARE

1. Să se completeze conform indicațiilor elementele nefigurante care alcătuiesc axul principal de transmitere a mișcării de rotație, reprezentat în diferite soluții constructive în figurile 18.4...18.8.

2. Să se execute la scară pe un format A3 și să se completeze cu elementele lipsă schița reprezentată în figura 18.9.

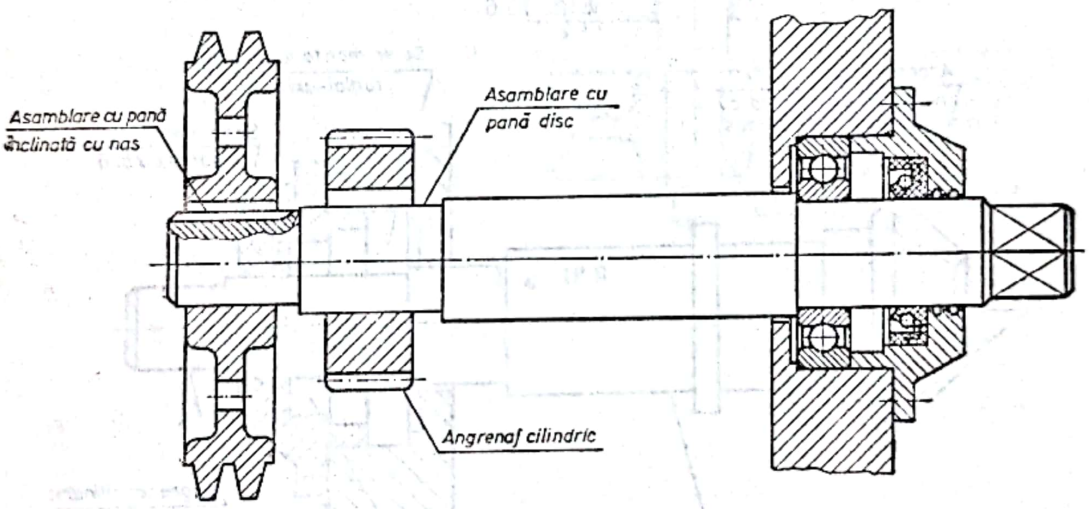


Fig. 18.4

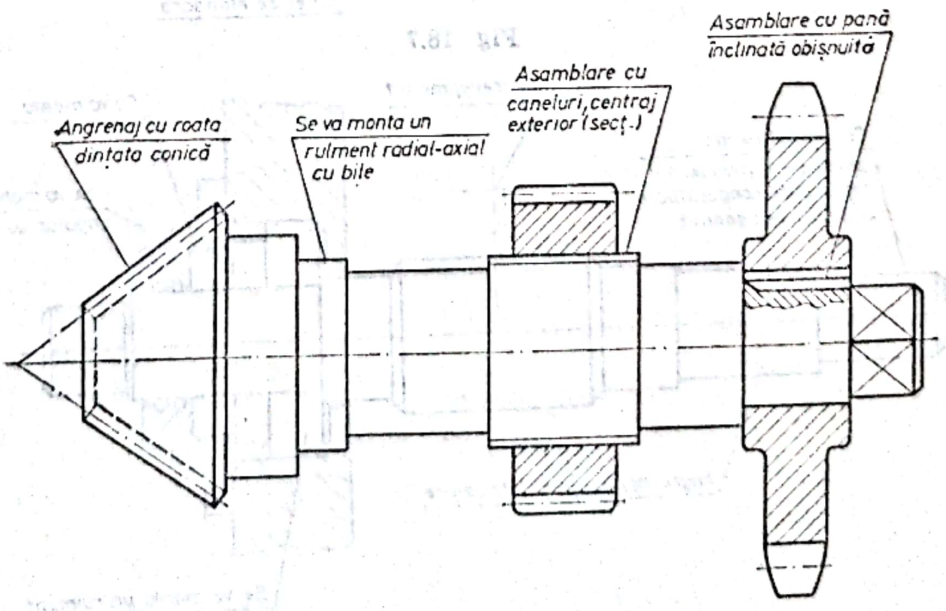


Fig. 18.5

Scanned with OKEN Scanner

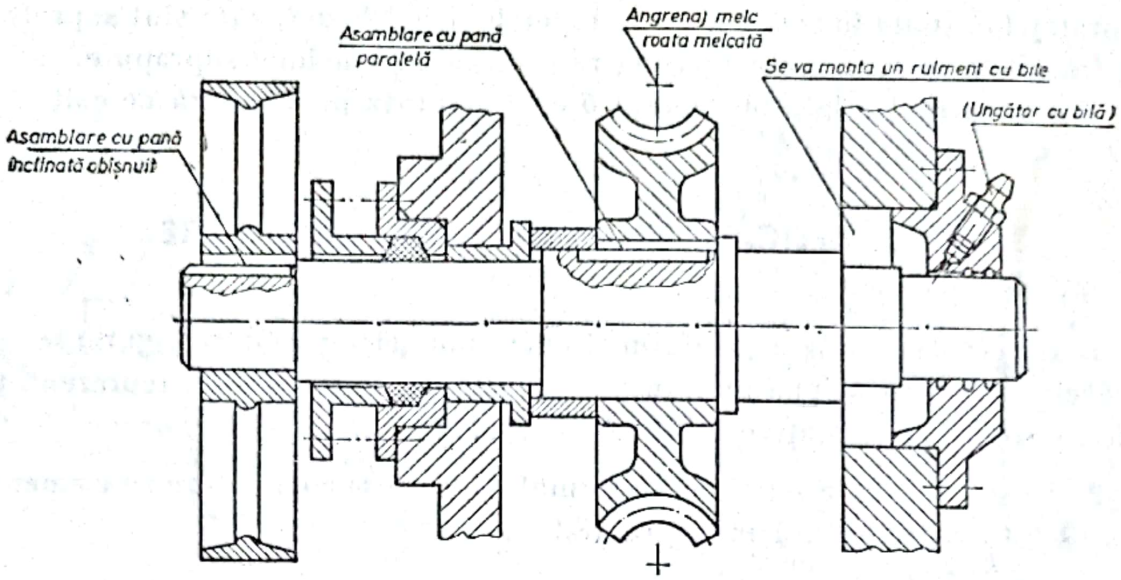


Fig. 18.6

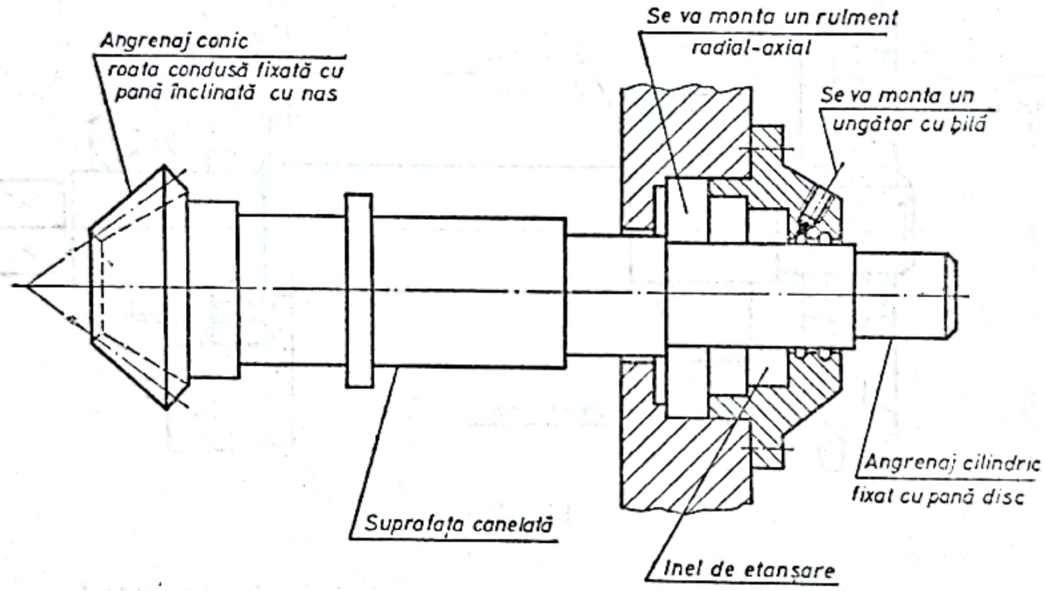


Fig. 18.7

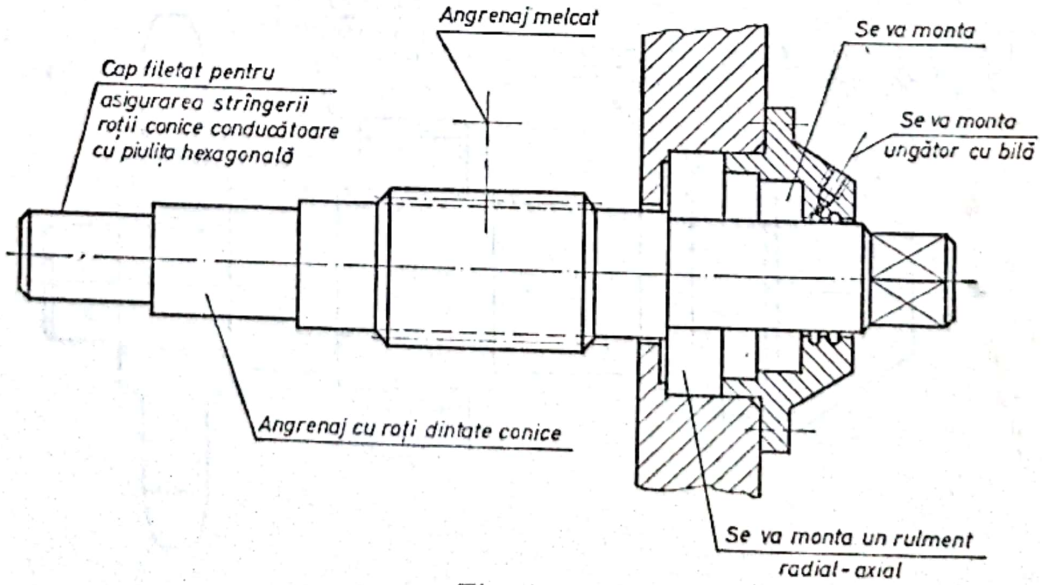


Fig. 18.8

Scanned with OKEN Scanner

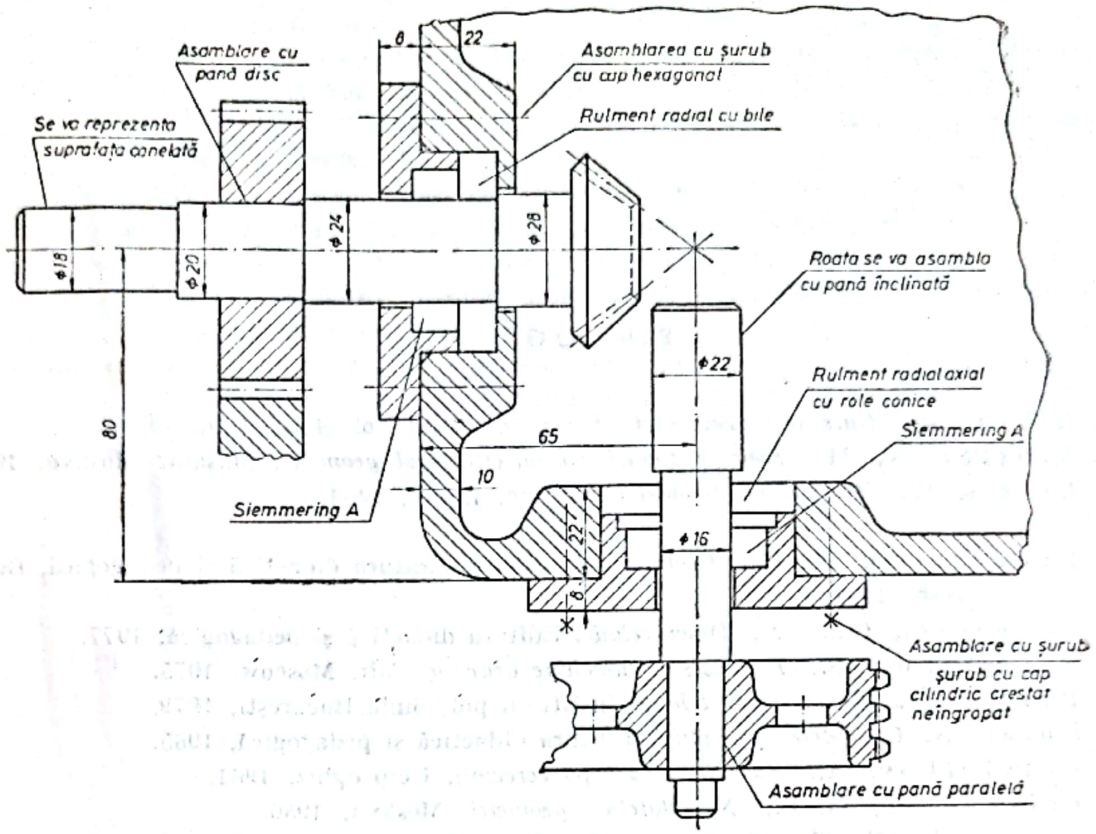


Fig. 18.9

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. Alb, T., ş.a. *Curs de reprezentări tehnice*, Institutul Politehnic, Cluj, 1970.
2. Arustamov, H., *Sbornic zadaci po nacertatelnoi geometri*, Maşghiz Moskva, 1959.
3. Bereis, R., *Darstellende Geometrie*, Verlag, Berlin, 1964.
4. Bodnărescu, H., *Curs Geometrie descriptivă*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962.
5. Bogoevici, Gh. ş.a., *Desen tehnic*, Editura didactică şi pedagogică, 1977.
6. Bogoliubov, S., *Exercises in machine drawing*, Mir, Moscow, 1975.
7. Bontaş, M., *Curs. Desen tehnic*, Institutul politehnic Bucureşti, 1979.
8. Botez, N. *Geometrie descriptivă*, Editura didactică şi pedagogică, 1965.
9. Botvinikov, A., *Sbornic zadaci po cerceniu*, Ucipedghiz, 1961.
10. Cetveruhin, N. F., *Nacertatelnoi geometri*, Moskva, 1956.
11. Dragomir, V., Teodorescu, S., *Geometrie descriptivă*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1973.
12. French, Fiereck, *Graphic Science*, Mc Graw-Hill, New York, 1968.
13. Fucke, Kirsch, Nickel, *Darstellende Geometrie*, Viena, 1963.
14. Gordon, V., Sementov, Oghievschi, M., *Geometrie descriptivă*, traducere din limba rusă, Editura tehnică, 1952.
15. Hoelscher, Springer., *Enginering drawing and geometry*, Wiley, 1967.
16. Husein, Gh., Săveanu, L., *Desen tehnic pentru construcţii de maşini*, Editura didactică şi pedagogică, 1972.
17. Husein, Gh., Tudose, M., *Desen tehnic*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1977.
18. Iancău, V. ş.a., *Geometrie descriptivă şi desen tehnic de construcţii*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1975.
19. Ivănceanu, T. ş.a., *Geometrie descriptivă şi desen*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1978.
20. Iordache, D., *Desen tehnic*, Institutul politehnic, Bucureşti, 1979.
21. Iorga, M., Marinescu, A., *Ghid pentru desenul industrial*, Editura didactică şi pedagogică, 1962.
22. Marin, D., Minculescu, S., *Geometrie descriptivă* — Caiet de lucrări, Institutul politehnic, Bucureşti, 1978.
23. Matei, A. ş.a., *Geometrie descriptivă*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
24. Moncea, J. ş.a., *Geometrie descriptivă şi desen tehnic*, partea a II-a, *Desen industrial*, Editura didactică şi pedagogică, 1970.
25. Moncea, J. ş.a., *Desfăşurarea suprafeţelor*, Editura tehnică, Bucureşti, 1975.
26. Niţulescu, Th., Precupeţu, P., *Album de reprezentări axonometrice în desenul industrial*, Editura tehnică, 1978.

Scanned with OKEN Scanner

Coli de tipar 28,250. B.T. 06.11.1982.
Format 16/70×100. Apărut 1982.

I. P. „Oltenia" Craiova
Str. M. Viteazul, nr. 4
Republica Socialistă România
Plan 5873/187/1982

Scanned with OKEN Scanner